

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ROSA CAROLINA ABRAHÃO AMANCIO

**IDENTIFICAÇÃO DE FATORES DE CONSTRUTIBILIDADE
QUE INFLUENCIAM AS FASES DO PROCESSO DE PROJETO
EM PEQUENOS ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA –
ESTUDO DE CASOS EM CURITIBA (PR)**

CURITIBA

2010

ROSA CAROLINA ABRAHÃO AMANCIO

**IDENTIFICAÇÃO DE FATORES DE CONSTRUTIBILIDADE
QUE INFLUENCIAM AS FASES DO PROCESSO DE PROJETO
EM PEQUENOS ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA –
ESTUDO DE CASOS EM CURITIBA (PR)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Construção Civil da Universidade Federal do Paraná como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Construção Civil.

Orientador: Prof. Dr. José Adelino Krüger

CURITIBA

2010

Amancio, Rosa Carolina Abrahão

Identificação de fatores de construtibilidade que influenciam as fases do processo de projeto em pequenos escritórios de arquitetura: estudo de casos em Curitiba - PR / Rosa Carolina Abrahão Amancio. – Curitiba, 2010.

213 f. : il., tabs, grafs.

Orientador: José Adelino Krüger

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Tecnologia, Curso de Pós-Graduação em Construção Civil.

1. Escritórios - Construção. 2. Escritórios (Arquitetura). 3. Construção civil – Projetos. I. Krüger, José Adelino. II. Título. III. Universidade Federal do Paraná.

CDD 725.2

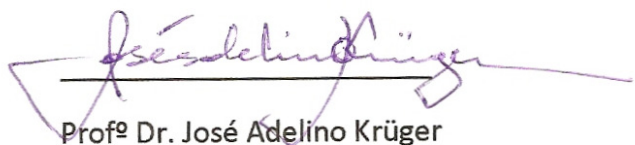
TERMO DE APROVAÇÃO

ROSA CAROLINA ABRAHÃO AMANCIO

IDENTIFICAÇÃO DE FATORES DE CONSTRUTIBILIDADE QUE INFLUENCIAM AS FASES DO
PROCESSO DE PROJETO EM PEQUENOS ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA – ESTUDO DE
CASOS EM CURITIBA (PR)

Dissertação aprovada com requisito parcial para obtenção do grau de Mestre no
Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, Setor de Construção Civil da
Universidade Federal do Paraná, pela seguinte banca examinadora:

Orientador:



Prof^o Dr. José Adelino Krüger

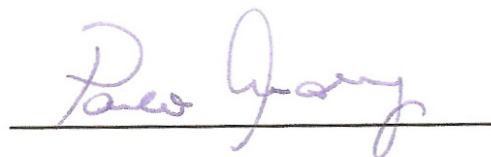
Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, UFPR

Examinadores:



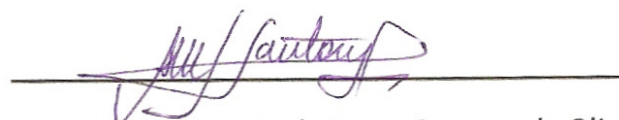
Prof^o Dr. Sérgio Scheer

Departamento de Construção Civil, UFPR



Prof^o Dr. Paulo Roberto Pereira Andery

Departamento de Engenharia de Materiais e Construção, UFMG



Prof^a Dr^a. Ana Maria de Sousa Santana de Oliveira

Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, UNIOESTE

Curitiba, 31 de março de 2010

AGRADECIMENTOS

A Deus pela minha vida e por tudo que tenho.

Com todo carinho aos meus pais Farid e Vilma pelo amor que dedicam à família e pelo esforço que sempre fizeram para oferecer as melhores oportunidades para mim e para minha irmã.

A minha irmã Ana pela amizade e pelo auxílio no desenvolvimento do método de pesquisa.

Ao Ivan pelo amor, amizade e presença constante.

À Capes pela bolsa que possibilitou minha dedicação exclusiva aos estudos.

Ao professor Ricardo Mendes Júnior por auxiliar nos primeiros passos desse trabalho e pela oportunidade de participar do Grupo TIC.

Às amigas que fiz durante o mestrado e pelos ótimos momentos de convivência, principalmente com a Carolina e a Camila.

À minha prima Laila pela convivência e amizade eterna.

À minha amiga Adriana pela comunicação animada e sempre presente.

Aos escritórios de arquitetura que gentilmente abriram suas portas e possibilitaram a realização da pesquisa: Juliana Lahóz, CADI Arquitetura, Ssignum Arquitetura, Larquitectura e a Priscila Jansen.

Aos professores que doaram parte de seu precioso tempo e conhecimento para colaborar com essa pesquisa: Adriana de Paula Lacerda Santos, Ana Maria de Sousa Santana de Oliveira, Celso Carlos Novaes, Débora de Góis Santos, Francisco Ferreira Cardoso, Joel Larocca Júnior, Luciana Londero Brandli, Carlos Luciano Santana Vargas, Rachel Sponholz, Ricardo Rocha de Oliveira, Silvio Burratino Melhado, Sérgio Scheer, Sérgio Roberto Leusin de Amorim, Sheyla Mara Baptista Serra.

Ao professor Dr. José Adelino Krüger pela orientação e pelas palavras de apoio e incentivo no decorrer desse trabalho.

RESUMO

Durante as fases de projeto vários fatores de construtibilidade se mostram relevantes no sentido de influenciá-las, com o objetivo de facilitar a execução da obra. Alguns fatores se revelam mais importantes do que outros, dependendo das características dos escritórios, dos projetistas e das obras. O objetivo deste trabalho foi identificar os fatores de construtibilidade que influenciam o processo de projeto na construção civil. Foram listados fatores de construtibilidade coletados na literatura e submetidos a duas avaliações. Na primeira delas, foram realizados quatro estudos de casos em pequenos escritórios de arquitetura situados na cidade de Curitiba (PR), nos quais esses fatores foram cruzados com as fases do processo de projeto, de modo que os arquitetos indicassem quais fatores eram mais importantes em cada caso. A segunda avaliação foi feita por juízes, profissionais e professores universitários, que selecionaram os fatores mais importantes a partir da lista inicial. A análise conjunta e comparativa das opiniões dos profissionais e dos juízes revelou concordâncias e divergências entre a opinião acadêmica e a realidade profissional dos arquitetos, e permitiu a elaboração de uma lista de checagem, que pode ser aplicada em pequenos escritórios de arquitetura visando o aperfeiçoamento dos seus processos com a incorporação de fatores de construtibilidade.

Palavras-chaves: construção civil, projeto, construtibilidade.

ABSTRACT

Several constructability factors are relevant during design phases, influencing them in order to facilitate the implementation of the work. Some factors appear to be more important than others, depending on the characteristics of the designers' offices and works. The objective of this study was to identify constructability factors, which influence the construction design process. Constructability factors obtained from literature were listed and submitted to two evaluation processes. The first one meant a case study in four small architectural firms located in Curitiba, Parana State, in which these factors were crossed with the project phases, so that the architects indicated which factors were most important in each case. The second evaluation was done by judges, practitioners and academic researchers, who selected the most important factors from the initial list. The joint and comparative analysis of professionals and judges opinions showed agreement and divergences between academic opinions and the reality of professional architects, and allowed the development of a checklist that can be applied to small architectural firms, seeking to improve its processes incorporating constructability factors.

Key words: construction, design, constructability.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - O PROJETO COMO UM SISTEMA	22
FIGURA 2 - PROCESSOS DO CICLO DE VIDA DO PROJETO.....	23
FIGURA 3 - SEQUÊNCIA DAS FASES NO CICLO DE VIDA DO PROJETO	24
FIGURA 4 - CICLO DE VIDA DO EMPREENDIMENTO	38
FIGURA 5 - NÍVEL DE INFLUÊNCIA DO PROJETISTA NO CICLO DE VIDA DO PROJETO.....	38
FIGURA 6 - CLASSIFICAÇÃO DAS ATIVIDADES PARA PROJETISTA E CONSTRUTOR PARA A MELHORIA DA CONSTRUTIBILIDADE NO EMPREENDIMENTO.....	82
FIGURA 7 - ATIVIDADES QUE COMPÕEM O PROTOCOLO DA COLETA DE DADOS	114
FIGURA 8 - PARTE DA MATRIZ DOS FATORES DE CONSTRUTIBILIDADE COM AS FASES DE PROJETO	119
FIGURA 9 - ILUSTRAÇÃO DA ABA AVALIAÇÃO, NA QUAL SE ENCONTRA O QUESTIONÁRIO ENVIADO AOS JUÍZES AVALIADORES	131
FIGURA 10 – FORMATO DA LISTA DE CHECAGEM	133
FIGURA 11 - RESPOSTAS DO EC1 ÀS RELAÇÕES ENTRE FASES DE PROJETO E FATORES DE CONSTRUTIBILIDADE.....	144
FIGURA 12 - RESPOSTAS DO EC2 ÀS RELAÇÕES ENTRE FASES DE PROJETO E FATORES DE CONSTRUTIBILIDADE.....	148
FIGURA 13 - RESPOSTAS DO EC3 ÀS RELAÇÕES ENTRE FASES DE PROJETO E FATORES DE CONSTRUTIBILIDADE.....	150
FIGURA 14 - RESPOSTAS DO EC4 ÀS RELAÇÕES ENTRE FASES DE PROJETO E FATORES DE CONSTRUTIBILIDADE.....	153
FIGURA 15 - FATORES DE CONSTRUTIBILIDADE DE ACORDO COM VOTAÇÃO DE JUÍZES...	156

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - COMPARAÇÃO DE PARTE DAS FASES DO EMPREENDIMENTO COM AS FASES DO PRODUTO	25
QUADRO 2 - ASPECTOS COMUNS DE <i>BUILDABILITY</i> ABORDADOS POR DIFERENTES AUTORES	44
QUADRO 3 - ASPECTOS COMUNS DE <i>CONSTRUCTABILITY</i> ABORDADOS POR DIFERENTES AUTORES	44
QUADRO 4 - AÇÕES DOS AGENTES DO PROJETO PARA IMPLANTAÇÃO DA CONSTRUTIBILIDADE	84
QUADRO 5 - CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA QUANTO À NATUREZA, À ABORDAGEM, AOS OBJETIVOS E AOS PROCEDIMENTOS TÉCNICOS.....	112
QUADRO 6 - ETAPAS DE PROJETO DO MANUAL DE ESCOPO DE PROJETOS DA ASBEA	120
QUADRO 7 - FATORES DE CONSTRUTIBILIDADE IDENTIFICADOS NA REVISÃO DE LITERATURA	129
QUADRO 8 - CARACTERÍSTICAS DO EMPREENDIMENTO ANALISADO NO EC1	136
QUADRO 9 - CARACTERÍSTICAS DO EMPREENDIMENTO ANALISADO NO EC2	137
QUADRO 10 - CARACTERÍSTICAS DO EMPREENDIMENTO ANALISADO NO EC3	138
QUADRO 11 - CARACTERÍSTICAS DO EMPREENDIMENTO ANALISADO NO EC4	139
QUADRO 12 - FATORES DE CONSTRUTIBILIDADE CONSIDERADOS PRINCIPAIS PARA OS JUÍZES E ESSENCIAIS EM ALGUMA FASE DE PROJETO NOS ESTUDOS DE CASO ANALISADOS	161

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
1.1 JUSTIFICATIVA	14
1.2 OBJETIVOS	17
1.2.1 Objetivo principal	17
1.2.2 Objetivos secundários	17
1.3 PROBLEMA DE PESQUISA	18
1.4 HIPÓTESE.....	18
1.5 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA.....	18
1.6 ESTRUTURA DA PESQUISA.....	18
2. REVISÃO DA LITERATURA	20
2.1. PROJETO.....	20
2.1.1. O projeto do produto	27
2.1.2. Fases de projeto	35
2.2. CONSTRUTIBILIDADE.....	37
2.2.1. O desenvolvimento dos fatores de construtibilidade	45
2.2.2. Alguns estudos internacionais sobre a aplicação de construtibilidade	51
2.2.3. Algumas contribuições nacionais sobre a aplicação de construtibilidade	73
2.2.4. Alguns agentes responsáveis por aplicar a construtibilidade	81
2.3. O PROCESSO DE PROJETO NO ESCRITÓRIO DE ARQUITETURA.....	85
2.3.1. Escritórios de arquitetura de pequeno porte.....	86
2.3.2. Projetos em escritórios de arquitetura de pequeno porte.....	90
2.4. MELHORIAS NOS PROCESSOS DE PROJETO E DA OBRA.....	91
2.4.1. Racionalização construtiva	94
2.4.2. Fluxo de informação	96
2.4.3. Qualidade do projeto.....	97
2.4.4. Gerenciamento de projeto	101
2.4.5. Engenharia Simultânea.....	103
2.4.6. Construção enxuta	106

3. MATERIAIS E MÉTODOS	111
3.1. CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA E CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA	111
3.2. DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA	114
3.2.1. Investigação preliminar.....	115
3.2.2. Critério de seleção da amostra.....	116
3.2.3. Instrumento de coleta de dados	117
3.3. PARTICIPANTES DA PESQUISA	135
3.3.1. Caracterização do Estudo de Caso 1 (EC1)	136
3.3.2. Caracterização do Estudo de Caso 2 (EC2)	137
3.3.3. Caracterização do Estudo de Caso 3 (EC3)	138
3.3.4. Caracterização do Estudo de Caso 4 (EC4)	139
3.3.5. Características dos juízes	139
4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	142
4.1. RESPOSTAS DOS ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA NA MATRIZ	142
4.1.1. Respostas do EC1	143
4.1.2. Respostas do EC2.....	146
4.1.3. Respostas do EC3.....	149
4.1.4. Respostas do EC4.....	151
4.2. RESPOSTAS DA AVALIAÇÃO DOS JUÍZES SOBRE OS FATORES DE CONSTRUTIBILIDADE	154
4.3. ANÁLISE DAS RESPOSTAS COMUNS ENTRE OS RESPONDENTES DA MATRIZ E OS JUÍZES.....	159
4.4. RESPOSTA DO ESCRITÓRIO DE ARQUITETURA NA LISTA DE CHECAGEM	164
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	168
SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	170
REFERÊNCIAS.....	171
APÊNDICES	190
APÊNDICE I – MATRIZ DOS FATORES DE CONSTRUTIBILIDADE COM AS FASES DE PROJETO	191

APÊNDICE II – QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DOS FATORES DE CONSTRUTIBILIDADE PELOS JUÍZES	195
APÊNDICE III – LISTA DE CHECAGEM ELABORADA COM OS FATORES MAIS IMPORTANTES DE CONSTRUTIBILIDADE (SEGUNDO AVALIAÇÃO DOS JUÍZES) PARA SER COLOCADA EM PRÁTICA NOS ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA.....	205
APÊNDICE IV – FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO DA LISTA DE CHECAGEM.....	211

1. INTRODUÇÃO

Novaes (2002) comenta sobre a importância da preocupação com a gestão do processo de projeto dizendo que as empresas de projeto e construção disputam mercados competitivos, e que a adoção de procedimentos que assegurem confiança quanto aos seus prazos e custos de produção precisa ser evidenciada. Na mesma publicação o autor fala que nos processos construtivos tradicionais, tanto em seu caráter tecnológico quanto no gerencial, o projeto tem deixado a desejar.

Na maioria das práticas de desenvolvimento de projetos na construção de edifícios ocorre a falta de sistematização e racionalização decorrente de problemas conhecidos e comuns: falta de um projeto voltado à produção, normas e critérios desajustados da realidade, ausência de critérios de coordenação, entre outros. Como consequência, a desorganização da atividade de projeto constitui uma forma de bloqueio à inovação tecnológica e à racionalização progressiva do processo de produção como um todo (PERALTA, 2002).

A análise crítica de projetos configura-se um instrumento de melhoria da qualidade, efetivada por meio de um completo exame dos aspectos técnicos. O reconhecimento, na elaboração dos projetos, de aspectos da racionalização construtiva e que beneficiam a construtibilidade da obra, também deve ser responsabilidade de quem acompanhará a produção, e que durante a análise crítica dos projetos precisa verificar a conformidade das soluções adotadas (NOVAES, 1998).

A análise da construtibilidade dos projetos de construção ajuda a preparar o projeto para ser executado. As decisões tomadas ao longo do período de concepção devem acontecer com a certeza de que tudo o que se desenha ou se define será construído. Campos (2002) afirma que a aplicação da construtibilidade não se revela como um procedimento natural, exigindo, ao contrário, um esforço contínuo do gestor do projeto de forma a garantir a eficácia de sua aplicação.

Ainda segundo Campos (2002), a construtibilidade não pode ser entendida como um conjunto de regras, que devem ser aplicadas ao projeto somente na fase de concepção. A mesma autora complementa que a construtibilidade tem uma dimensão mais abrangente, devendo ser aplicada a todas as fases do projeto de construção. Admite-se que muitas vezes para os pequenos escritórios o melhor seria implantar soluções que, com qualidade, melhorassem o desenvolvimento dos processos, sem contudo burocratizar demasiadamente as atividades.

Para esta pesquisa são identificados e apresentados os fatores de construtibilidade encontrados na literatura. Num segundo momento, esses fatores são utilizados para verificar na prática de desenvolvimento de projetos a intensidade com que são considerados nos pequenos escritórios de arquitetura. Também fez parte desta pesquisa identificar, dentre os fatores encontrados na literatura, aqueles que são considerados mais importantes para a construtibilidade de obras de construção civil. Para essa identificação foi solicitado a um grupo de juízes que apontassem os principais fatores.

A avaliação dos juízes determinou um número reduzido de fatores de construtibilidade, tornando-os mais fáceis de serem trabalhados. Com esse número de fatores foi elaborada uma lista de checagem para verificar a aplicação de características, ainda durante a elaboração dos projetos, para a melhoria da execução da obra.

A intenção com a realização desta pesquisa é iniciar um processo de mudança na maneira como se elabora o projeto, tomando como participantes da pesquisa os pequenos escritórios de arquitetura. Desta forma, pretende-se incentivar os profissionais envolvidos nesse processo a entenderem seus próprios problemas para resolvê-los.

1.1 JUSTIFICATIVA

A fase da concepção do empreendimento é aquela que mais influencia em seu resultado (FRANCO, AGOPYAN, 1993). A racionalização construtiva deve ser

colocada em prática logo no início, de maneira a agregar qualidade ao projeto, a fim de garantir uma execução eficiente do mesmo. Muitas empresas do setor da construção civil vêm encontrando sérias dificuldades para racionalizar o seu processo de projeto como um todo. As intenções relativas ao incremento de atitudes racionalizadas acabam não se tornando realidade na execução das tarefas diárias, fazendo com que as ações práticas pareçam estar longe de chegar aos canteiros de obras ou aos escritórios de projeto (FRANCO, 1992). A definição de uma estratégia de atuação das empresas, voltada à racionalização do processo produtivo, constitui um ponto fundamental para que o setor da construção evolua (BARROS, SABBATINI, 2003).

Avaliar o desenvolvimento do projeto, ao longo de seus processos evolutivos ou por meio de suas fases, é essencial para que se possam identificar as falhas e propor melhorias, as quais também servirão de ações preventivas para projetos posteriores. Os engenheiros, e principalmente os arquitetos, são os profissionais que exercem suas funções desenvolvendo projetos de empreendimentos e, portanto, são eles que devem conhecer e desempenhar atitudes a favor de melhorias de projeto.

Do total de empresas do setor da construção, 94% são micro e pequenas, isto é, empregam até 29 trabalhadores. Mais de 63% do valor adicionado pela construção civil na economia está no setor informal, que paga carga tributária de 15,6% (SEBRAE, 2009). Em outra pesquisa revela-se que a informalidade da mão de obra na construção é da ordem de 61% (ABRAMAT¹, 2009). O segmento dos empreendimentos de micro e pequeno porte foram responsáveis por 54,9% do total de empregos no setor da construção civil (SEBRAE, 2009). A partir dessas informações, faz-se necessário considerar o escritório de projeto de pequeno porte, que além de uma significativa importância para a economia, também engloba boa parte dos profissionais de projeto do setor de construção.

O pequeno escritório de projetos representa a realidade de grande parte dos profissionais de engenharia e arquitetura. Nesses escritórios desenvolve-se a maioria dos projetos que servirão de guia para a execução da obra. Além das atividades de projeto, esse nicho de profissionais comumente gerencia a execução e os demais recursos necessários para a realização da obra. Segundo Castells e

¹ Associação Brasileira da Indústria de Materiais de Construção (ABRAMAT).

Heineck (2001), as atividades de projetos chegam a ser caracterizadas como caóticas e imprevisíveis nos seus procedimentos, ou de alta variabilidade e improvisadas, fazendo referência principalmente à fase inicial dos projetos. De maneira geral, isso se dá pelo fato de que os profissionais dos pequenos escritórios são responsáveis pela realização de diversas atividades diferentes, que dizem respeito a vários projetos ao mesmo tempo.

Adesse e Melhado (2003), em estudo realizado, afirmam que as empresas constataram que se tornou fundamental a utilização de critérios que assegurem a racionalização da obra e a construtibilidade, o que exige projetos adequados e harmônicos entre si. A coordenação dos diversos projetos que compõem a construção de um edifício passou a ser necessária e imprescindível para um resultado final coerente com os padrões de qualidade almejados.

No campo da pesquisa, existe literatura dedicada a buscar melhorias na elaboração dos projetos, objetivando a qualidade dos mesmos. Com a inserção de uma série de medidas, o projeto passa a atender ao seu objetivo principal, o de atuar como referência para a execução de uma obra. Apesar da importância do tema, nota-se que há dificuldades na utilização dessas medidas pelos profissionais da área. Algumas vezes, pelo excesso de trabalho desenvolvido pelos projetistas, a falta de tempo para agregar esse valor ao projeto passa a ser identificado como o ponto principal. Outro motivo para a dificuldade em incorporar esse valor pode ser a falta de conhecimento das características que venham a beneficiar a execução do projeto. Em alguns casos o profissional também pode não sentir a necessidade de agregar esse tipo de valor ao produto, decisão que eventualmente poderá prejudicar sua execução.

É importante que os escritórios de projeto se responsabilizem pela organização de regras e de tipologias construtivas padronizadas. Segundo Novaes (1995), dependendo de sua função no processo construtivo essas regras devem ser documentadas na forma de diretrizes para especificações técnicas e projetos para produção, como subsídios para as atividades nos canteiros. Os projetos de arquitetura e complementares também devem ser desenvolvidos com o pensamento na obra. Nesse sentido, esses próprios projetos, mais bem detalhados, podem contemplar as compatibilizações físicas e dimensionais entre componentes e

subsistemas, parte das informações adicionais entendidas como necessárias para a melhor caracterização tecnológica e produtiva das edificações (NOVAES,1995).

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo principal

Identificar os fatores de construtibilidade que influenciam o processo de projeto em pequenos escritórios de arquitetura para empreendimentos de pequeno porte.

1.2.2 Objetivos secundários

Para que o objetivo principal possa ser atingido é necessária a realização de objetivos secundários:

- encontrar os fatores de construtibilidade citados na literatura;
- identificar os fatores de construtibilidade considerados mais importantes entre todos, e que possam ser aplicados em pequenos escritórios de arquitetura;
- propor uma ferramenta que, utilizando os fatores de construtibilidade considerados mais importantes, possa contribuir no desenvolvimento de projetos em pequenos escritórios de arquitetura.

1.3 PROBLEMA DE PESQUISA

Para que seja facilitada a execução da obra, quais fatores de construtibilidade devem constar nas atividades de projeto de pequenos empreendimentos em pequenos escritórios de arquitetura?

1.4 HIPÓTESE

É possível identificar quais fatores de construtibilidade influenciam o processo de projeto em pequenos escritórios de arquitetura.

1.5 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

Foram realizados quatro estudos de casos em pequenos escritórios de arquitetura localizados na cidade de Curitiba (PR), tendo sido analisado apenas um empreendimento em cada escritório estudado. Um quinto escritório de arquitetura de pequeno porte foi consultado para validar a lista de checagem.

1.6 ESTRUTURA DA PESQUISA

O trabalho é desenvolvido ao longo de cinco capítulos. O capítulo 1 é composto pela introdução, na qual é apresentada a justificativa do tema estudado, assim como seus objetivos, divididos em principal e secundário. Neste mesmo capítulo é delineada a hipótese, sendo também apresentados a delimitação da pesquisa e os resultados esperados.

O Capítulo 2 apresenta a fundamentação teórica utilizada como embasamento deste trabalho, sendo descritos os principais conceitos dos temas abordados nesta pesquisa. O *Projeto* é o primeiro subitem, e sua apresentação está dividida em considerações sobre o tema e na apresentação de suas fases. Outro subitem desse capítulo é a *Construtibilidade*, que foi subdividida em desenvolvimento dos fatores e algumas considerações sobre estudos internacionais e nacionais sobre do tema. Outro subitem do capítulo é *O Processo de projeto no escritório de arquitetura*, no qual são abordadas considerações sobre o escritório de pequeno porte e sobre alguns tipos de projetos desenvolvidos nesses escritórios. O ultimo subitem do capítulo trata das *Melhorias nos processos de projeto e da obra*, no qual são apresentadas algumas definições dos temas: racionalização construtiva, fluxo de informações, gerenciamento de projetos, engenharia simultânea e construção enxuta.

O Capítulo 3 apresenta os materiais e métodos utilizados para a elaboração da pesquisa.

No Capítulo 4 são realizadas as análises e a discussão dos resultados obtidos.

No Capítulo 5 são apresentadas as conclusões sobre o trabalho como um todo e sugeridos temas para trabalhos futuros.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Este capítulo tem como objetivo apresentar os conceitos de projeto e construtibilidade, comentar e explicar sobre o processo de projeto no escritório de arquitetura e mencionar os significados e a importância da racionalização construtiva, do fluxo de informação, da qualidade e do gerenciamento do projeto, da engenharia simultânea e da construção enxuta.

2.1. PROJETO

A definição de projeto é muito ampla. É possível afirmar que seu conceito esteja associado à projeção do que é necessário para o desenvolvimento de um produto. No aspecto físico esse conceito é representado por desenhos e especificações, e no aspecto mais holístico deve-se considerar o restante das informações necessárias a serem identificadas para a execução do produto e que não constem no projeto. Essas informações podem ser referentes ao custo, às aquisições, ao planejamento e ao gerenciamento.

O *Project Management Institute*² (PMI), fundado em 1969, é a principal associação global para os profissionais de gerenciamento de projeto; a ela cabe a definição de projeto como “um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado exclusivo”.

A palavra temporário, no contexto anterior, não significa necessariamente que seja de curta duração; muitos projetos se estendem por vários anos. Em todos os casos, no entanto, a duração de um projeto é finita, pois projetos não são esforços contínuos (PMI, 2004).

² *Project Management Institute* (PMI) é uma associação sem fins lucrativos; é reconhecida mundialmente em função de seus trabalhos e modelos bem sucedidos de gestão de projetos em governos, organizações, universidades e nas indústrias.

A palavra projeto, na definição da Associação Brasileira de Escritórios de Arquitetura (ASBEA³, 1992), é no significado genérico tido como intento, desígnio, empreendimento, e em sua acepção técnica é entendido como um conjunto de ações caracterizadas e quantificadas, necessárias à concretização de um objetivo.

Melhado, Agopyan (1995) definem projeto como

“... a atividade ou serviço integrante do processo de construção, responsável pelo desenvolvimento, organização, registro e transmissão das características físicas e tecnológicas especificadas para uma obra, a serem consideradas na fase de execução.”

Em outra definição, os mesmos autores afirmam que o projeto deve ser encarado como informação, a qual pode ser de natureza tecnológica, como no caso de indicações de detalhes construtivos ou locação de equipamentos; pode ser também de cunho puramente gerencial, sendo útil ao planejamento e à programação das atividades de execução ou que a ela dão suporte, como no caso de suprimentos e contratações de serviços. O projeto é entendido como parte de um processo maior, que leva à geração de produtos - no caso deste estudo, edifícios. Assim, para que se possa evoluir em busca da qualidade, a organização do processo de projeto dentro dos empreendimentos é fundamental. A implantação de uma metodologia visando à qualidade do projeto deve estar inserida num programa amplo de qualidade nas empresas. A busca da qualidade do projeto não deve nunca ser uma ação isolada.

Limmer (1997) diz que projeto pode ser definido como um empreendimento singular, com objetivos bem definidos, a ser materializado segundo um plano pré-estabelecido, atendendo às condições de prazo, custo, qualidade e risco.

O mesmo autor define projeto de outras maneiras. A primeira como um conjunto de atividades necessárias, ordenadas logicamente e inter-relacionadas, que conduzem a um objetivo pré-determinado. Na outra definição o projeto é composto por partes inter-relacionadas, que interagem e que são interdependentes, podendo ser classificado como um sistema, pois segundo Hanika (1974) apud

³ A Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura (ASBEA) foi fundada na década de 1970; é uma entidade independente, que tem como objetivo contribuir para a evolução no campo da arquitetura, no desenvolvimento urbano e na melhoria qualitativa da construção civil no Brasil.

cronogramas de prazos, custos e dos demais recursos necessários, além das diretrizes gerenciais (MENEZES, 2008).

Segundo o mesmo autor, a terceira fase do projeto é a execução, quando se estabelece a estrutura organizacional para o gerenciamento e a realização do projeto. Aqui se coloca em prática tudo o que foi planejado, portanto fazem-se as aquisições dos recursos, trabalha-se para a garantia da qualidade, são realizadas avaliações de desempenho, e por fim realizam-se as modificações necessárias para a retroalimentação do sistema. É importante salientar que é durante essa fase que ocorre o controle do projeto, a fim de garantir que as metas pré-estabelecidas sejam cumpridas.

A quarta e última fase do projeto denomina-se finalização; nesta fase se fazem as entregas e transferências necessárias dos recursos restantes, organizam-se os documentos, acrescentando a eles o projeto *as built* da obra, assim como incorporando as lições aprendidas (MENEZES, 2008). De uma maneira simples estão ilustradas as fases de projeto de acordo com seu ciclo de vida na Figura 2, a seguir.

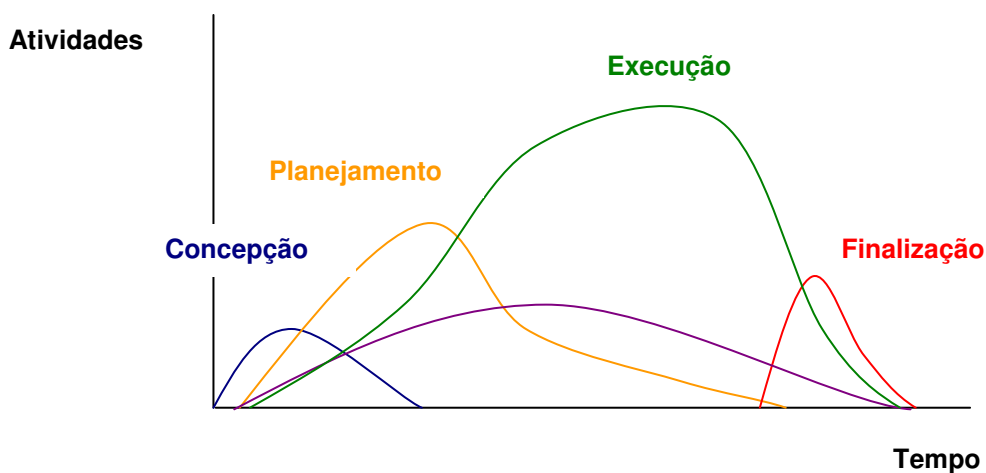


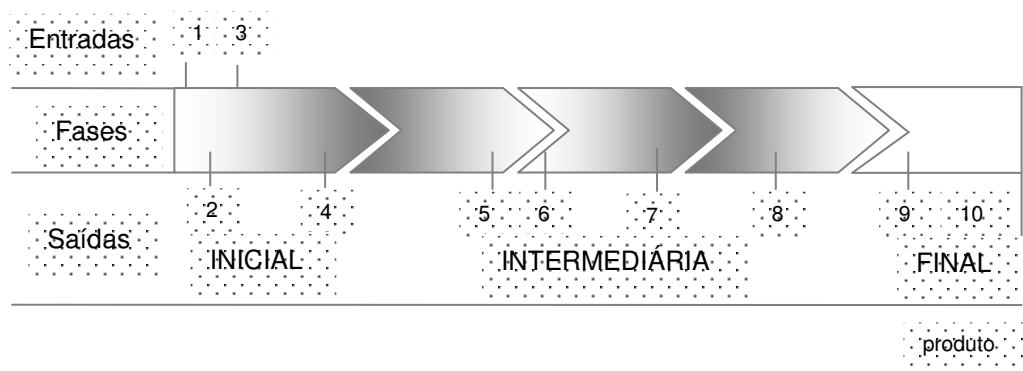
FIGURA 2 - PROCESSOS DO CICLO DE VIDA DO PROJETO

FONTE: Adaptado de LIMMER (1997)

Para Bragaglia et al. (2006), o projeto também é um orientador a todos os demais envolvidos no processo, incrementando as soluções e necessidades esperadas pelo cliente.

O processo de projeto precisa ser dividido em fases para sua melhor visualização e controle; o ciclo de vida do projeto corresponde à união dessas fases. Essas fases conectam o início de um projeto ao seu final. A transição de uma fase para outra dentro do ciclo de vida de um projeto em geral envolve e normalmente é definida por alguma forma de transferência técnica ou entrega (PMI, 2004). Na Figura 3, adiante, é possível visualizar a sequência das fases do ciclo de vida do projeto. Os ciclos de vida do projeto geralmente definem:

- que trabalho técnico deve ser realizado em cada fase;
- quando as entregas devem ser geradas em cada fase e como cada entrega é revisada, verificada e validada;
- quem está envolvido em cada fase;
- como controlar e aprovar cada fase.



1- ideia; 2- termo de abertura; 3- equipe de gerenciamento de projeto; 4- declaração de escopo;

5- plano; 6- linha de base; 7- progresso; 8- aceitação; 9- aprovação; 10- entrega

FIGURA 3 - SEQUÊNCIA DAS FASES NO CICLO DE VIDA DO PROJETO
FONTE: PMI (2004)

O projeto pode ser entendido de duas maneiras distintas quanto à sua abrangência, que pode dizer respeito ao empreendimento ou ao produto. O primeiro, do inglês *project*, trata do empreendimento como um todo, isto é, de todas as fases que um empreendimento necessita ter para que seja alcançada a finalização do produto desejado. O segundo, projeto do produto, do inglês *design*, trata das fases referentes ao desenho do produto em si.

O Quadro 1, a seguir, exemplifica parte das fases do projeto do empreendimento, comparando com parte das fases do projeto do produto, imaginando que o produto desejado seja uma edificação de construção civil.

PROJETO DO EMPREENDIMENTO (PROJECT)	PROJETO DO PRODUTO (DESIGN)
Procura por terreno	Concepção do produto
Concepção do produto	Estudo preliminar
Estudo de viabilidade	Anteprojeto
Projetos arquitetônicos e complementares, cronogramas de recursos e documentações	Projeto executivo
Execução e controle da obra	Acompanhamento e controle da produção
Entrega do produto e armazenamento das documentações e lições aprendidas	Projeto <i>as built</i>
Avaliação da pós-ocupação	Manutenção

QUADRO 1 - COMPARAÇÃO DE PARTE DAS FASES DO EMPREENDIMENTO COM AS FASES DO PRODUTO

ADAPTADO: ASBEA (2000)

A partir desta visão ampliada do processo de projeto torna-se clara a impossibilidade de dissociação deste em relação à gestão do empreendimento. A ampliação da visão de etapa para processo de projeto, fortemente interligado ao processo do empreendimento da empresa, busca favorecer a gestão e a simplificação do processo, na medida em que torna as interfaces dos processos internos da empresa mais facilmente identificáveis e gerenciáveis, propiciando assim a melhoria contínua (TZORTZOPOULOS, 1999).

Algumas definições de projeto, obtidas a partir da bibliografia, estão ligadas ao procedimento ou à prática de projetar e, nesse sentido, Rodriguez (1992)⁴ apud Melhado, Agopyan (1995) entende o projeto como sendo um processo para a concretização de um produto; esse processo é idealizado, simulado (análise) e implantado (protótipo e escala de produção). Outro autor, Marques (1992)⁵ apud Melhado, Agopyan (1995) descreve o projeto como um modelo de solução para resolver um determinado problema.

Outros conceitos poderiam ser incorporados a esses, no entanto quando se fala em projeto de edifícios acredita-se que se deva extrapolar a visão do produto ou da sua função. Nesse caso, fica claro que o projeto deva ser encarado, também, sob a ótica do processo, no caso a atividade de construir.

Segundo Melhado, Agopyan (1995) é possível afirmar que o projeto deve incluir informações dirigidas às especificações do produto a ser construído e também dos meios estratégicos, físicos e tecnológicos necessários para concretizar o seu processo de execução.

Algumas iniciativas destinadas à modernização do setor da construção de edifícios incluem ações que foram propostas para as etapas de projeto, enfocando tanto o processo de projeto quanto o projeto do produto. Essas iniciativas serão explicadas e exemplificadas na sequência, adiante.

Alguns autores (NOVAES, 2001a; FABRÍCIO, 2002; ANDERY et al., 2004) caracterizam duas dimensões para o projeto. Por um lado, este é entendido como um produto, que traduz requisitos dos clientes em especificações técnicas e representações gráficas, elaboradas a partir de um processo de análise, síntese, criação, desenvolvimento e comunicação. Por outro lado, o projeto pode ser entendido como o processo do projetar, que compreende atividades distintas e coordenadas, enfatizando também as etapas de execução das edificações.

Ulrich, Sacomano (1999), dizem que tanto o projeto do produto quanto da produção afetam os objetivos de desempenho que representam o poder de competitividade de uma empresa de acordo com sua produção. Slack et al. (1997), destacam cinco objetivos de desempenho do projeto: a qualidade, que significa fazer

⁴ RODRIGUEZ, W. E. **The modelling of design ideas**. New York: McGraw-Hill, 1992.

⁵ MARQUES, G. A. C. O Projeto integrado à obra. EPUSP, 1992. (Notas de aula da disciplina PCC-568).

certo; a rapidez; a confiabilidade, que quer dizer fazer em tempo; a flexibilidade, que significa a capacidade de mudar o que se faz; e o custo, isto é, fazer mais barato.

2.1.1. O projeto do produto

O projeto do produto neste trabalho aborda o projeto de construção, ou os projetos para construção, isto é, todo aquele que representa a construção graficamente como produto e é utilizado para auxiliar a execução da obra e o armazenamento de informação sobre a estrutura do empreendimento.

Para Koskela (1992) a definição de projeto está vinculada pela composição de seus fluxos. Assim, o projeto de construção deveria ser baseado em fluxos e na eliminação de desperdícios. Segundo o autor, os problemas de fluxos mais agudos são caracterizados pelo processo tradicional de produção e conceitos de organização, assim como as peculiaridades da construção; para a melhoria dessas questões é necessária uma abordagem com ênfase em controle e melhoria contínua.

Picchi (1993) cita instrumentos que, se implementados no projeto, devem garantir a qualidade da edificação:

- qualificação de profissionais de projeto e de novos projetos;
- coordenação e análise crítica de projetos;
- elaboração de projetos para produção;
- controle da qualidade de projetos;
- controle de modificações durante a produção;
- elaboração de projetos com emprego de recursos computacionais.

A definição de projeto de construção para Melhado (1994) é

“... a atividade ou serviço integrante do processo de produção, responsável pelo desenvolvimento, organização, registro e transmissão das

características físicas e tecnológicas especificadas para uma obra, a serem consideradas na fase de execução”.

A partir dessa definição, o projeto visa antecipar uma atividade, no caso a execução da obra, fazendo-se necessário o conhecimento da mesma. Problemas pequenos de projetos afetam significativamente a construção, estando a maioria dos problemas de construção relacionada com informações imprecisas dos projetos (ZANFELICE, 1995). Um enfoque sistemático e adequadamente gerenciado do processo todo de projeto da edificação é essencial para assegurar o progresso tranquilo e harmonioso da construção.

Na busca da melhoria da eficiência produtiva, envolvendo novas relações entre os seus diversos agentes, a atividade de projeto destaca-se como elo fundamental da cadeia produtiva, influenciando diretamente nos resultados econômicos do empreendimento, enquanto instrumento de decisão sobre características do produto, e interferindo na eficiência de seus processos, enquanto informação de apoio à produção (MELHADO, 1998).

Além da importância do projeto, em função do seu relacionamento específico com as outras etapas do processo construtivo, deve ser considerado que a documentação gráfico-descritiva utilizada na produção da edificação, resultado das atividades desenvolvidas durante a etapa de projeto, constitui-se na base legal de referência quanto ao produto comercializado (NOVAES, 1996). O mesmo autor afirma que a incorporação de informações e o emprego de indicadores durante o processo de projeto devem ocorrer de acordo com as fases em que progressivamente são detalhados os projetos (NOVAES, 2001b). Para o conjunto dos projetos elaborados, a sistematização, a transmissão e a consideração das informações, assim como o emprego de indicadores, devem respeitar a geração de detalhes e especificações em cada fase do processo de projeto. O detalhamento de informações e indicadores resulta do nível de controle exercido sobre a concepção dos produtos e sobre o processo construtivo, pelos agentes responsáveis pela sua sistematização.

O projeto na construção civil, para Oliveira, Fabrício, Melhado (2004)

“... deve informar o desenho e as características físicas do produto, permitir a introdução de inovações tecnológicas, reduzir a existência de problemas patológicos, garantir características de qualidade, racionalidade e construtibilidade do empreendimento, gerando, dessa forma,

reflexos positivos na adequação ao uso, redução do *lead time* de execução da obra e redução dos seus custos finais, devendo ainda observar a segurança do trabalhador e a preservação do meio ambiente, tanto na fase de execução da obra como do seu uso”.

Para Tzortzopoulos (1999), o principal insumo do processo de projeto de construção é a informação. Esse processo pode ser analisado por meio de suas atividades, e estas atividades podem ser subdivididas em dois grupos: atividades geradoras de informação e atividades de processamento de informação. Estes grupos podem ser caracterizados como atividades de conversão do processo de projeto. Além de sofrer conversão, as informações podem ainda estar em movimento, espera ou inspeção.

Melhado (1994) confere ao projeto o caráter de serviço. Assim, a qualidade na etapa de projeto deve ser vista sob a ótica da melhoria da qualidade do processo, o que não exclui a necessidade de melhoria das soluções. Essas características conferem ao projeto o caráter de produto que subsidia a produção da edificação.

O processo do projeto tem sido analisado e gerenciado como um conjunto de conversões. Para Peralta (2002), esta abordagem de análise tem a ênfase de que projetar é um processo de converter as informações que caracterizam os requisitos de um produto em conhecimento sobre o produto. Neste sentido, projetar é a atividade de transformar necessidades e requisitos dos clientes (internos e externos) em projetos que atendam a estes requisitos. O papel dos intervenientes do processo é focado na tomada de decisões e na resolução de problemas que atendam aos requisitos.

Os diversos agentes participantes de processos de produção de edificações têm reconhecido a relevância do processo de projeto, seja por seu papel de antecipação das características dos produtos, seja como representação de atividades produtivas (NOVAES, 2002). Existe a distinção de dois conceitos para projeto. Um conceito estático, referente a projeto como produto, constituído por elementos gráficos e descritivos. E outro conceito, dinâmico, do projeto no sentido de processo, através do qual as soluções são elaboradas e compatibilizadas. Segundo o autor, com estes conceitos o projeto assume um caráter tecnológico e outro gerencial.

O mesmo autor afirma que do ponto vista da economia do processo construtivo, a falta de adequação de detalhamentos em projetos pode direcionar a

previsões distantes da realidade das edificações. A ausência de dados ou a omissão de especificações e informações no conjunto dos projetos, referentes à tecnologia de execução das soluções propostas, assim como a ausência de informações que permitam a integração geométrica, tecnológica e produtiva entre componentes e subsistemas, demonstra a importância da elaboração de projetos para produção, relacionados com a caracterização do sistema construtivo e dos processos de trabalho empregados na produção (NOVAES, 2002).

Para caracterizar o projeto do produto, imaginando como exemplo a produção de argamassa, pode-se considerar que o projeto compreende a definição do traço em função dos critérios de desempenho e das características geométricas da mesma. Assim, entende-se que o projeto do produto, ou executivo, deve conter os desenhos de detalhes e informações pertinentes à realização da tecnologia, racionalizando assim a produção. Em particular, a acessibilidade dos elementos e sua facilidade de montagem devem estar previstas. Para efeito de comparação, o projeto do processo compreende o planejamento da execução, o cronograma das atividades, a quantificação dos serviços, a previsão de suprimentos, os procedimentos de preparo da argamassa, os métodos construtivos adotados, a sequência de atividades e os equipamentos adotados (SANTOS, AMARAL, 2001).

Para Zulian (2003), os projetos nas diferentes áreas de engenharia utilizam o desenho para a representação de todos os seus elementos importantes. O desenho projetivo é aquele resultante de projeções do objeto sobre um ou mais planos. O desenho técnico e a representação gráfica dos objetos podem ser feitos por meio de vistas ortográficas e perspectivas, obtidas por meio dos sistemas de projeção.

Há uma noção de projeto, citada por Andery et al. (2004), como sendo um processo a ser gerido como foco nos sistemas de gestão da qualidade. Ou seja, a implementação da qualidade volta-se ao processo de projeto e enfoca a empresa de projetos em suas rotinas de elaboração dos mesmos e nas suas interfaces com o contratante e os demais projetistas. Nesse sentido, a garantia da qualidade do produto passa a ser indireta, ou seja, na medida em que se projeta com qualidade, se tem a qualidade do projeto.

Quanto à criação de projetos para fases específicas da obra, acreditam Santos e Amaral (2001) que há contribuição para a melhor utilização dos recursos pela aplicação dos requisitos de construtibilidade. Isto é, para atingir o máximo de

vantagens do processo construtivo faz-se necessário o detalhamento do projeto. Esta atitude é imprescindível para se obter o máximo de vantagens no processo construtivo. No detalhamento se faz a integração entre o escritório e o trabalho em campo. Deve-se imaginar a obra sendo construída no papel antes de sua execução em canteiro. Portanto, é necessário exteriorizar o processo. Olhando o projeto quanto à representação gráfica, Duarte e Salgado (2002) entendem que a clareza da informação está relacionada com o cuidado na escolha das espessuras das linhas, com a preocupação em diferenciar informações pertinentes a campos distintos, com a padronização de critérios para determinadas representações e com a escolha apropriada de texturas e outros itens complementares. Os autores afirmam que o distanciamento entre o projetista e o construtor pode ser o principal responsável pelas patologias geradas ainda na fase de projeto.

O profissional que efetivamente trabalha com a execução dos projetos na obra sabe quais informações são realmente relevantes e necessárias para que esses se tornem indispensáveis à execução das atividades. O projetista algumas vezes não tem vivência de obra suficiente para ter adquirido todo esse conhecimento, entretanto é necessária a adoção de medidas que possam suprir esta lacuna, e uma possibilidade para que isso aconteça é a integração do executor em algumas fases de elaboração do projeto.

Evbuomwan e Anumba (1998) destacam que no processo tradicional de projeto e construção também predomina a abordagem de jogar os problemas por cima do muro, o que resulta na fragmentação das decisões de projeto e causa diversos problemas, entre eles:

- a eliminação da possibilidade de discussão de propostas alternativas de projeto;
- o alto custo de tempo e de recursos para a introdução de modificações no projeto;
- uma lacuna entre os profissionais das várias disciplinas envolvidas;
- a caracterização do processo de projeto como uma rígida sequência de atividades pouco interativas;

- a construtibilidade e os suprimentos não sendo considerados durante o projeto ou sendo apenas no final desse processo;
- a fragmentação dos dados de projeto, que dificulta a manutenção da consistência desses dados, ocorrendo perda de informação ao longo do processo de projeto;
- estimativas incorretas do custo do produto.

Um aspecto importante é a compatibilidade entre as soluções de projeto e a capacitação da mão de obra; deve-se evitar que boas soluções teóricas sejam comprometidas por uma execução inadequada. Nesse sentido, os projetos para produção têm um importante papel na construtibilidade das obras, à medida que por meio deles se desenvolvem precocemente as soluções construtivas, contribuindo para que se integrem os projetos do produto com o sistema de produção da empresa.

O desenvolvimento do projeto de uma edificação se inicia na organização de programas e do planejamento e não se resume somente na entrega de um jogo de desenhos e documentos, pois inclui todo um conjunto de projetos de arquitetura e engenharia, que são elaborados em diversas etapas, seguindo uma sequência de atividades a serem desenvolvidas simultaneamente (BRAGAGLIA ET AL., 2006). A eficiência deste processo de produção de serviços demonstra sua necessidade de integração e permite garantir o controle e a organização das atividades, bem como a interoperabilidade entre todos os profissionais envolvidos.

As considerações sobre projeto apresentadas anteriormente trazem implícita a idéia de simultaneidade entre os vários tipos de projeto (arquitetônico, estrutural, elétrico, hidrossanitário, entre outros). Esses projetos devem estar inter-relacionados, resultando no projeto do produto. Somente a busca conjunta das necessidades relativas ao produto (edifício) e à produção (o processo de execução) podem resultar em qualidade e competitividade (ULRICH, SACOMANO, 1999).

O projeto também pode ser definido de maneira mais abrangente, podendo ser chamado de projeto do empreendimento, o qual engloba tanto os projetos técnicos quanto os cronogramas de tempo, custo e recursos utilizados para coordenação do mesmo. Outras informações importantes para o desenvolvimento do empreendimento também são consideradas no projeto do empreendimento.

Pode-se considerar o projeto do empreendimento como o projeto em seu sentido amplo, sentido esse definido por Rodríguez (2005) como sendo o processo integrado de elaboração de soluções técnicas a partir de informações geradas na concepção e no planejamento do empreendimento e de informações de retorno dos processos de execução e uso, utilizáveis no próprio projeto e em projetos futuros.

Alguns instrumentos utilizados na coordenação de projetos de edifícios foram destacados por Picchi (1993):

- planejamento de projetos;
- controle de interfaces;
- compatibilização de projetos;
- controle de dados de entrada;
- controle de revisões;
- controle de pendências.

Melhado (2001) cita quatro fases como sendo as principais de um empreendimento; são elas: a montagem, na qual são realizados os estudos preliminares e o programa do empreendimento; o desenvolvimento do projeto e a escolha das empresas construtoras; a organização e a execução dos serviços, nas quais se destacam as fases de preparação da execução de obras e a gestão da sua execução, como técnica, administrativa e financeira; e, por fim, a entrega da obra e a gestão do empreendimento, isto é, o uso, a operação e a manutenção.

Na construção, os ciclos de vida dos empreendimentos de edifícios são bastante longos, pode-se dizer de décadas; e possuem diversas fases, isto é, desde a montagem das operações, a concepção e a promoção do empreendimento; ao descarte, à demolição; ou à reabilitação, à recuperação das condições de uso das edificações; passando pelas fases de projeto, construção, uso e manutenção (FABRICIO, 2002).

Segundo o mesmo autor, por todos os ângulos que se observe, a construção de edifícios está classificada numa modalidade própria e complexa de organização produtiva e seu entendimento exige uma visão de diferentes dimensões, que compõem todo o empreendimento. Essa é a visão do projeto do empreendimento,

do qual não se pode imaginar o desenvolvimento sem que todas as várias atividades relacionadas a ele sejam efetivadas.

A dificuldade de implantar uma adequada gestão de projetos nos empreendimentos decorre de alguns fatores importantes, segundo Rodríguez (2005) como:

- complexidade do processo, já que o grande número de variáveis e fluxo de informações a serem gerenciados nem sempre é vista por seus responsáveis, algumas vezes por falta de experiência, outras pela falta de conhecimento gerencial ou técnico;
- falta de modelos apropriados para a gestão do processo que possam ser aplicados em diferentes formas de contratação e desenvolvimento de projetos;
- falta de consolidação das práticas bem sucedidas empregadas pelas empresas construtoras e de projeto;
- condições não favoráveis para o desenvolvimento do processo, tais como prazos curtos para o desenvolvimento dos projetos, inércia dos projetistas e escopos de projeto distorcidos em função dos preços praticados no mercado.

Para o mesmo autor supracitado a gestão eficaz dos projetos depende em grande parte da implementação e da realização da coordenação técnica. A aplicação da construtibilidade está implicitamente inserida dentro da coordenação de projetos, tendo como objetivo específico racionalizar os recursos e como objetivo geral melhorar o desempenho do empreendimento, participando assim de um sistema de gestão da qualidade.

O processo de concepção e planejamento do empreendimento acontece no sentido de que as informações necessárias para a gestão do projeto já possam ser adicionadas ao mesmo logo em seu início (RODRÍGUEZ, 2005). Essas informações servem principalmente para a definição do produto. Tzortzopoulos (1999) e Melhado (2002) consideraram a concepção e o planejamento do empreendimento como etapas do processo de projeto.

Neste trabalho o projeto é considerado de uma forma mais abrangente, isto é, englobando não somente os aspectos técnicos referentes aos desenhos do produto, mas também outras atividades que possam ser consideradas para o melhoramento da execução das atividades na obra.

2.1.2. Fases de projeto

De modo amplo, considera-se o processo de projeto composto por fases, caracterizadas por procedimentos particulares, em função dos respectivos níveis de elaboração alcançados no desenvolvimento dos projetos (NOVAES, 2002). Apesar da visão tradicional sobre o fluxo do processo de projeto referir-se mais diretamente ao projeto de arquitetura, considera-se válida a sua extensão também para os demais projetos.

De acordo com a composição de cada fase de projeto são tomadas decisões, contemplando aspectos técnicos, tecnológicos, sociais, econômicos e produtivos, segundo os quais os projetos têm as suas soluções progressivamente detalhadas, evoluindo de aspectos gerais para aspectos particulares, com ênfase nos detalhamentos do produto.

Neste trabalho estão sendo consideradas as fases de projeto referentes às atividades de arquitetura. A pesquisa é voltada à análise em escritórios de arquitetura.

Segundo a NBR 13.532 (1995) as etapas de execução das atividades técnicas do projeto de arquitetura são as seguintes:

- levantamento de dados para arquitetura;
- programa de necessidades de arquitetura;
- estudo de viabilidade de arquitetura;
- estudo preliminar de arquitetura;
- anteprojeto de arquitetura ou projeto de pré-execução;
- projeto legal de arquitetura;

- projeto básico de arquitetura;
- projeto para execução.

As etapas de execução do projeto de arquitetura, de acordo com a ASBEA, (2009) são baseadas na norma técnica NBR 13.531 e são:

- concepção do produto;
- definição do produto;
- identificação e solução de interfaces;
- projeto de detalhamento de especialidades;
- pós-entrega do projeto;
- pós-entrega da obra.

A etapa de projeto é composta por fases, que podem ser entendidas como conjuntos de atividades a serem desenvolvidas de maneira metódica e sistemática, a fim de alcançar o objetivo que a caracteriza (NOVAES, 1996). As partes sucessivas em que pode ser dividido o desenvolvimento das atividades técnicas do processo de elaboração do conjunto completo dos projetos para edificações compreendem (NOVAES, 1996):

- levantamento de dados;
- programa de necessidades;
- estudos de viabilidade;
- estudo preliminar;
- anteprojeto;
- projeto legal;
- projeto básico ou de pré-execução;
- projeto executivo.

No processo de projeto convencional é comum que uma etapa de projeto de determinada especialidade dependa, para ser iniciada, do término de uma etapa de diferente especialidade, cujo grau de aprofundamento e maturação das decisões é equivalente ao da etapa da outra especialidade que se inicia. Por exemplo, a etapa

de anteprojeto de estruturas e fundações tem como pré-requisito a etapa de anteprojeto de arquitetura (FABRÍCIO et al., 1998).

Os processos construtivos desenvolvem-se segundo etapas nas quais um conjunto de agentes se relaciona e influencia nos momentos de decisão (NOVAES, 1996). Estas etapas, por sua vez, apresentam resultados específicos, podendo cada qual compor-se de fases ou rotinas próprias, com a presença de agentes ou grupos de agentes mais diretamente envolvidos. Cada uma dessas etapas, consideradas segundo atividades e participantes, possui objetivos, responsabilidades e interesses quanto à qualidade e produtividade em benefício do empreendimento.

As fases de projeto consideradas neste trabalho são as citadas pela ASBEA; as considerações a serem analisadas sobre construtibilidade são abrangentes, desta forma, poderiam ser identificadas em todas essas fases.

2.2. CONSTRUTIBILIDADE

Os projetistas são vistos por terem papéis significativos na concepção de um empreendimento. As Figuras 4 e 5, a seguir, ilustram as fases de ciclo de vida do projeto e do nível de influência do projetista sobre seu prazo e custo. Observa-se que o nível de influência do projetista é maior no início, diminuindo no fim do projeto. Por outro lado, a despesa é aumentada no decorrer do projeto.

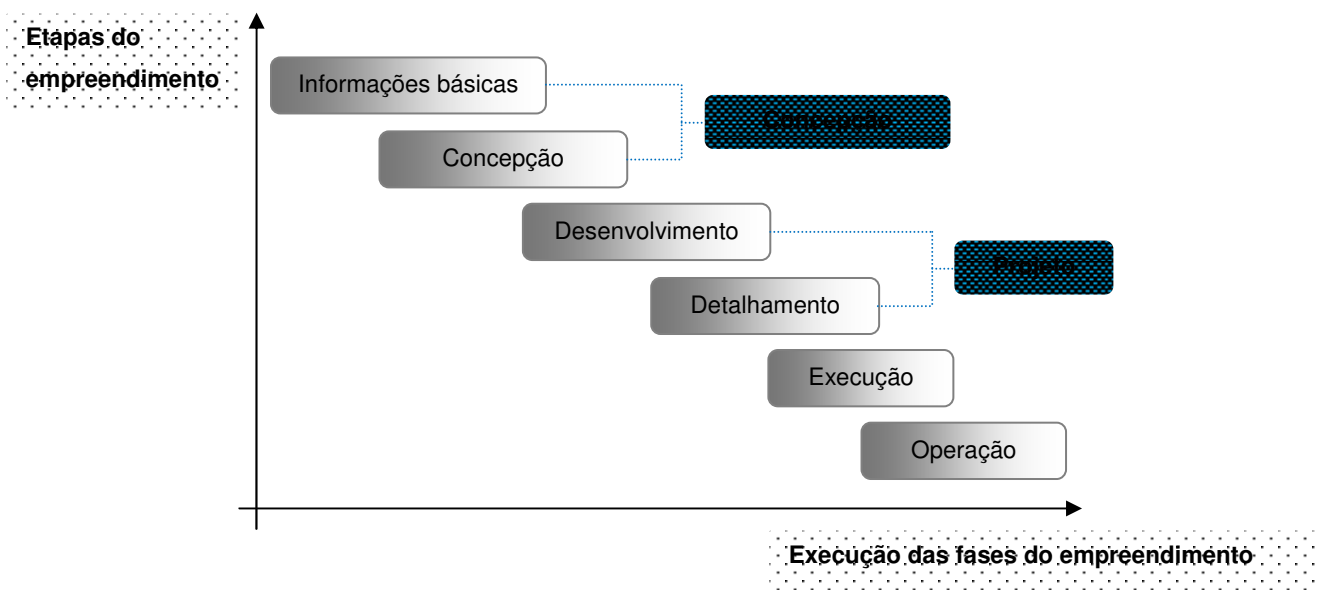


FIGURA 4 - CICLO DE VIDA DO EMPREENDIMENTO
 FONTE: Adaptado de FABRICIO (2002)

Na Figura 5, Zin (2004) também mostra que a melhor época para atingir a construtibilidade é nas fases iniciais de concepção e desenvolvimento do projeto.

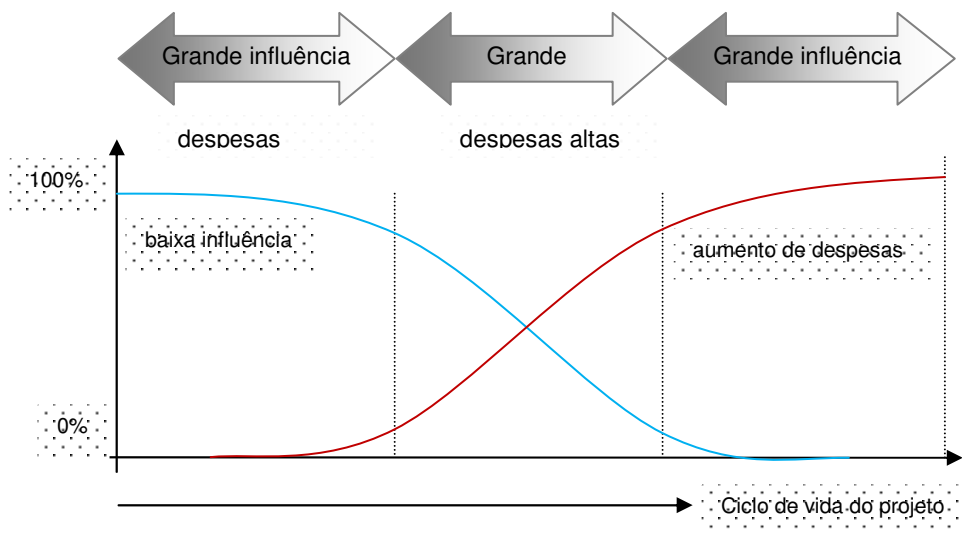


FIGURA 5 - NÍVEL DE INFLUÊNCIA DO PROJETISTA NO CICLO DE VIDA DO PROJETO
 FONTE: Adaptado de ZIN (2004)

Por ser considerada de natureza abstrata, a construtibilidade requer entendimentos tácitos antes que melhorias possam ser realizadas no âmbito da construção (WONG et al., 2005). Segundo o mesmo autor, muito tempo se passou até que os problemas decorrentes da separação do projeto e da construção viessem à luz na década de 1960. Nessa mesma década um relatório governamental do Reino Unido levantou preocupações sobre a separação entre os processos de projeto e a construção, demonstrando atenção específica para as deficiências na comunicação e coordenação que foram entendidas como responsáveis por muitos dos problemas encontrados dentro da indústria da construção (EMMERSON, 1962⁶ apud GRIFFITH, SIDWELL, 1997).

O conceito de construtibilidade, ou *buildability* como é conhecido no Reino Unido, surgiu no final dos anos 1970 como resultado de pesquisas e aplicações práticas destinadas a melhorar a eficiência e a eficácia de custo e qualidade dos projetos de construção (GRIFFITH, SIDWELL, 1997) e em função dos efeitos negativos resultantes da falta de integração entre o projeto e a construção (EMMERSON, 1962; BANDWELL, 1964⁷; EDC, 1967⁸; NEDO, 1975⁹ apud WONG et al., 2005). No ano de 1983, o *Construction Industry Research and Information Association*¹⁰ (CIRIA, 1983), define construtibilidade como sendo “a extensão pela qual o projeto de uma edificação facilita as atividades de construção, levando em conta os requisitos globais da edificação construída”. Esta definição foi criticada por seu escopo restrito, na medida em que trata especificamente da construtibilidade no processo de projeto (WONG et al., 2005).

Apesar de serem identificados estudos sobre construtibilidade no Reino Unido, sua adoção não foi em grande escala. Acredita-se que seja porque a investigação tenha sido limitada ao foco da melhoria da produtividade local através da implementação de conceitos como a racionalização do projeto (GRIFFITH, SIDWELL, 1997). Segundo os mesmos autores, esta restrição, juntamente com a

⁶ EMMERSON, H. *Survey of problems before the construction industry: a report prepared for the Ministry of Works*. HMSO, London, 1962.

⁷ BANWELL, H. *The placing and management of contracts for building and civil engineering work*. HMSO, London, 1964.

⁸ *Economic Development Council (EDC). Action on the Banwell Report*. HMSO, London, 1967.

⁹ National Economic Development Office (NEDO). *The Wood Report: The Public Client and The Construction Industry*. HMSO, London, 1975.

¹⁰ *Construction Industry Research and Information Association (CIRIA)* é uma associação inglesa, independente e sem fins lucrativos, que investiga a indústria da construção (CIRIA, 1983).

separação de insumos que caracterizam o processo de construção tradicional do Reino Unido, levou a uma falta de interesse geral para a aplicação dos conceitos de construtibilidade.

Na década de 1980, o termo construtibilidade evoluiu nos EUA, onde era conhecido como *constructability*. Os proponentes deste conceito defendiam que a construtibilidade abrange tanto o projeto quanto as funções de gestão, sendo desta forma mais abrangente, facilitando as operações de construção e solução de problemas no canteiro de obra. O *Construction Industry Institute*¹¹ (CII) foi fundamental no fornecimento de orientações para a implementação de fatores que beneficiam a construtibilidade nas várias fases do projeto. O conceito de construtibilidade apresentado pelo CII e utilizado por Wright (1994), Franco (1996), Santos, Amaral (2001), e Gambatese et al. (2007) significa “o uso otimizado do conhecimento das técnicas construtivas e da experiência nas áreas de planejamento, projeto, contratação e da operação em campo para se atingir os objetivos globais do empreendimento”.

O CII foi criado com o foco na investigação de novos métodos de gestão e técnicas para melhorar a indústria da construção; grupos locais e regionais de usuários da construção foram formados, resultando no aumento da conscientização dos benefícios adquiridos através dos programas de construtibilidade (WRIGHT, 1994). Estes benefícios incluem melhorias na qualidade e credibilidade, bem como na economia de tempo e dinheiro. Entre os principais objetivos do CII estão o desenvolvimento da indústria da construção, a melhoria da eficiência nos custos da construção e a promoção da informação para o conhecimento da construção dentro do setor (CAMPOS, 2002).

A pesquisa da prática da construção nos Estados Unidos concentrou-se sobre o conceito de construtibilidade (CII, 1987). A relação estreita entre proprietários e empreiteiros foi levada em consideração para pensar criativamente sobre os aspectos práticos do processo de construção, enfatizando a abordagem nos sistemas de gestão.

¹¹ *Construction Industry Institute* (CII) é uma associação norte-americana criada na década de 1970, cujos membros são construtores, membros da academia, engenheiros e arquitetos, dentre outros profissionais do setor da construção (CII, 1986).

Na Austrália o conceito de construtibilidade também foi baseado na gestão, tendo uma abordagem semelhante à dos Estados Unidos (CIIA, 1993). Foram apresentadas medidas concretas para melhoria do processo de construção como um todo, centrando-se em questões fundamentais, ao invés de recomendar procedimentos específicos. Foram desenvolvidos princípios de construtibilidade com o intuito de acomodar as variações de culturas organizacionais, procedimentos e práticas, ampliando os recursos e incentivando o potencial para a aplicação dos conceitos de construtibilidade (GRIFFITH, SIDWELL, 1997). O conceito de construtibilidade pelo CIIA (1993) corresponde “à integração dos conhecimentos de construção no processo de entrega do empreendimento, mantendo as restrições ambientais para alcançar as metas de desempenho construtivo do empreendimento num nível ótimo.”

O termo *buildability* restringe o esforço pela melhoria da construtibilidade ao projeto do produto. Por outro lado, o termo *constructability* amplia o escopo de atuação do esforço pela melhoria da construtibilidade, incluindo o planejamento, a contratação e o trabalho no canteiro (RODRIGUES, 2005).

Alguns autores expuseram suas considerações sobre o conceito de construtibilidade. Para Griffith (1987); Hugo et al. (1990), a construtibilidade na prática deve admitir o compromisso entre a consciência da elaboração de um projeto mais bem executável, sendo que para Griffith (1987) não se pode deixar de acrescentar ao mesmo tempo a preocupação com qualidade, estética, tempo e custo.

Ferguson (1989); Low, Abeyegoonasekera (2001) afirmam que a construtibilidade trata da capacidade de construir um edifício eficiente e econômico com relação aos materiais, componentes e subconjuntos para os níveis acordados. Low, Abeyegoonasekera (2001) acrescentam ainda que é preciso se preocupar com as atividades de canteiro, e especificamente com a sequência lógica das operações e métodos de construção.

A construtibilidade pode ser alcançada, trazendo o máximo benefício aos objetivos do projeto, quando for iniciado um programa de construtibilidade nas primeiras fases do empreendimento. É preciso que esse programa inclua o conhecimento, por meio da participação do pessoal experiente na construção. É preciso tomar atitudes para melhorar o planejamento, a concepção, a ornamentação,

as inicializações da construção, privilegiando os objetivos do empreendimento como um todo, não apenas em partes funcionais (ASCE, 1991; FRANCO, 1992).

Da metade dos anos 1980 até início dos anos 1990 os trabalhos sobre construtibilidade foram conduzidos para chamar a atenção sobre a importância do conceito; também foram identificadas e classificadas as melhorias obtidas onde o conceito foi aplicado (RODRÍGUEZ, 2005; CAMPOS, TEIXEIRA, 2007).

Segundo Campos e Teixeira (2007), grande parte da investigação sobre a construtibilidade foi desenvolvida pelo CII nos Estados Unidos, o qual formou em 1986 uma *task force*¹² que, durante o seu trabalho, identificou várias metodologias de aplicação do conceito da construtibilidade. Um dos procedimentos mais importantes foi a elaboração de *check lists*, ou listas de checagem. Por meio da aplicação do conceito foi possível reconhecer as diferenças entre a realidade do projeto e os objetivos iniciais dos clientes. Desta forma, foi possível identificar procedimentos ou caminhos para a implantação de construtibilidade aplicáveis a diferentes momentos da vida dos projetos, desde a concepção, passando pelo planejamento, até a construção.

Segundo Kerridge (1993)¹³; Franco (2004); ASCE (2005b), o processo de fazer todo o possível para facilitar a execução da obra, reduzindo o cronograma de prazo e o retrabalho e agregando qualidade, segurança e produtividade, beneficia a construtibilidade. Glavinich (1995) acrescenta que as características de construtibilidade num projeto se referem à facilidade com que os recursos do processo de construção, que são mão de obra, equipamentos de produção, materiais e ferramentas, podem ser adquiridos pelo executor da obra para concluí-lo de forma oportuna e econômica.

Para Pepper (1994); NIMA et al. (1999) a construtibilidade deve estar inserida no planejamento, no projeto e na execução em canteiro como orientação de construção de um empreendimento. Em concordância com os autores supracitados Rodríguez e Heineck (2003) também enfatizam a necessidade da ótima utilização do conhecimento e da experiência na construção pelo proprietário, pelo engenheiro,

¹² Para Tatum et al (1986) as *task forces*, ou forças tarefas, eram ações colaboradoras numa série de estudos, os quais defendiam e reconheciam os benefícios da antecipação da aplicação dos conhecimentos e experiências construtivas, nos momentos iniciais do projeto.

¹³ KERRIDGE, A. E. Plan for constructability. **Hydrocarbon Processing**, v.72, n.1, p.35, 1993.

pelo contratante e pelo gerente da obra na realização do planejamento inicial na fase de concepção, dos detalhamentos de projeto, do orçamento e da execução das operações em canteiro para alcançar os objetivos globais do projeto.

Do início até a metade dos anos 1990 os trabalhos sobre construtibilidade foram dirigidos para formalizar os planos, programas ou sistemas em suas diferentes abordagens, pois o conceito acabou se estendendo a todas as etapas do empreendimento (RODRÍGUEZ, 2005).

Para ASCE (2002) e ASCE (2005b), o programa de construtibilidade possui o objetivo de integrar o conhecimento e a experiência da construção, na engenharia, na construção e nas operações em campo para alcançar os objetivos do projeto.

Muitos estudos analisaram a construtibilidade sob pontos de vistas diferentes e com abordagens diferentes; ainda assim, os problemas decorrentes do tema não diminuía. Ainda não há um consenso geral sobre a definição das medidas que devem ser colocadas em prática em cada fase de projeto para a melhoria da construtibilidade. Sem esse consenso, a construtibilidade pode ter significados distintos em diferentes estudos.

Para Campos (2002), a construtibilidade começa a ser entendida como algo que não se resume a um conjunto de regras, mais ou menos empíricas, que devem ser aplicadas a determinadas decisões a serem tomadas na fase de concepção. Diferentemente disso, a construtibilidade tem uma dimensão muito mais abrangente e por isso deve ser aplicada a todas as fases do ciclo de vida dos projetos de construção.

No período entre a metade dos anos 1990 até início dos anos 2000 tentou-se organizar os níveis de conhecimento para a construtibilidade, além das funções e ferramentas que pudessem ser aplicadas em vários tipos de obras e componentes específicos (RODRÍGUEZ, 2005).

Em pesquisa realizada por Wong et al. (2005), são identificados aspectos comuns referentes ao conceito de construtibilidade segundo a percepção de diferentes autores entre os anos de 1983 e 2002. A construtibilidade, enfocada como *buildability*, aborda as medidas de melhoria no processo de projeto e da qualidade dos produtos acabados, também se manifestando na facilidade, eficiência e

economia da construção. O Quadro 2, a seguir, resume os aspectos comuns de diferentes percepções por diferentes autores.

TEMAS ABORDADOS E RESPECTIVOS PESQUISADORES DE <i>BUILDABILITY</i>	
Projeto	CIRIA (1983); GRIFFITH (1987); SAB (2001); BCA (2001)
Qualidade	GRIFFITH (1987); Mc GEORGE et al. (1992); FERGUSON (1989); SAB (2001); BCA (2001)
Facilidade de construção	CIRIA (1983); Mc GEORGE et al. (1992); SAB (2001); BCA (2001)
Eficiência e economia na construção	FERGUSON (1989); LOW, ABEYEGOONASEKERA (2001); BCA (2001)

QUADRO 2 - ASPECTOS COMUNS DE *BUILDABILITY* ABORDADOS POR DIFERENTES AUTORES

FONTE: WONG et al. (2005)

Quanto à construtibilidade enfocada como *constructability*, a melhoria é entendida pela integração dos conhecimentos de construção nas várias etapas do projeto. Muitos estudos defendem que os processos do empreendimento devem ser otimizados como requisitos do projeto, a fim de atingir os objetivos gerais do empreendimento. Além disso, a construtibilidade deve facilitar a construção. Diferentes atributos de percepção sobre o tema e suas características comuns são demonstrados no Quadro 3, a seguir.

TEMAS ABORDADOS E RESPECTIVOS PESQUISADORES DE <i>CONSTRUCTABILITY</i>	
Integração do conhecimento e experiência na construção	CII (1986); ASCE (1991); RUSSELL et al. (1994); PEPPER (1994); ANDERSON et al. (2000); CIIA (1996) ¹⁴ ; YU, SKIBNIEWSKI (1999); NIMA et al. (1999); ARDITI et al. (2002)
Envolvimento de várias etapas do empreendimento	CII (1986); ASCE (1991); RUSSELL et al. (1994); PEPPER (1994); ANDERSON et al. (2000); CIIA (1996); GELLE (1996); NIMA et al. (1999); ARDITI et al. (2002)
Otimização	CII (1986); ASCE (1991); RUSSELL et al. (1994); CIIA (1996); NIMA et al. (1999); ARDITI et al. (2002)
Alcançar as metas e/ou objetivos do empreendimento	CII (1986); NIMA et al. (1999); ARDITI et al. (2002)
Facilidade de construção	HUGO et al. (1990); KERRIDGE (1993); GLAVINICH (1995)

QUADRO 3 - ASPECTOS COMUNS DE *CONSTRUCTABILITY* ABORDADOS POR DIFERENTES AUTORES

FONTE: WONG et al. (2005)

¹⁴ *Construction Industry Institute Australia* (CII Australia) (1996). *Constructability Manual*, CII Australia, Brisbane.

O caráter de antecipação conferido pela implementação de características de construtibilidade na fase de projeto inclui os conhecimentos relativos à fase da construção e as questões relativas à contratação e à aquisição. A análise de construtibilidade é incluída no processo de projeto e busca verificar se este está de acordo com o planejamento. Desvios são corrigidos e dados retroalimentados no sistema. A vantagem é que quando se atinge a fase de construção, as situações críticas, dentro das possibilidades, já foram detectadas, possibilitando a tomada de ações preventivas. Desta forma torna-se possível reduzir os riscos do empreendimento (RIBEIRO, 2005).

A condução da construtibilidade sobre os projetos pode ser realizada informalmente ou por meio de um processo formalizado de implantação. A natureza ou o formato do processo de construtibilidade utilizado dependem do tipo do projeto e do ambiente em que esse está inserido. A importância em torno da condução da construtibilidade desde o início do projeto se dá pelo fato de existirem oportunidades para redução do custo e adição da qualidade ao longo do ciclo de vida do projeto (GAMBATESE et al., 2007).

Após o início dos anos 2000 podem ser encontradas muitas fontes sobre a aplicação do conceito de construtibilidade em empreendimentos, principalmente de grande porte. Nestes casos percebe-se o empenho em utilizar a tecnologia e a inteligência artificial para sua análise e disseminação. Nos itens seguintes estão exemplificadas algumas práticas já realizadas.

2.2.1. O desenvolvimento dos fatores de construtibilidade

A construtibilidade pode ser considerada um fenômeno complexo e multifacetado (GRIFFITH, SIDWELL, 1997). Segundo os mesmos autores, benefícios serão alcançados quando houver um bom entendimento sobre as contribuições da construtibilidade, tanto dentro das fases do processo de construção total, quanto na interface entre essas fases.

Os fatores que influenciam o processo de construção são muitos e podem ser gerais ou específicos do empreendimento. São esses fatores que devem ser

considerados para que possam ser colocadas em prática ações que beneficiam a construtibilidade em qualquer empreendimento de construção.

A influência da construtibilidade para um empreendimento pode ser identificada dentro de alguns estágios e aspectos de construção como viabilidade, planejamento conceitual e aquisições, projetos, gerenciamento, construção e pós-construção. Para Griffith e Sidwell (1997), o objetivo da aplicação de construtibilidade nas etapas do empreendimento tem o intuito de resolver os problemas de desempenho, tecnologia e gestão que surgem durante cada etapa. Uma abordagem necessária é a que considera os muitos e diversos fatores identificados em todos os empreendimentos de construção ao mesmo tempo, considerando os fatores e a cultura específicos das organizações envolvidas.

Diferentes pesquisadores desenvolveram, cada um de sua maneira e em universos diferentes, o que chamaram de princípios ou fatores de construtibilidade. Esses princípios foram elaborados a partir de uma fundamentação incomum. Os assuntos de mesmo interesse dizem respeito a acesso ao canteiro, cronograma, níveis de qualificação da mão de obra, repetição de elementos e sequências de construção. CIRIA (1983), em estudo sobre a indústria da construção, identificou sete princípios de construtibilidade, os quais são apresentados a seguir:

1. obter informações de maneira exaustiva do empreendimento e projetos;
2. fazer um plano de requisitos essenciais para a produção em canteiro;
3. planejar uma sequência prática das operações de construção e início das instalações;
4. planejar para uma sequência comercial lógica e de simples montagem;
5. prever padronização e repetições ao máximo;
6. prever tolerâncias aceitáveis;
7. especificar para utilização de materiais adequados e resistentes.

No início da década de 1980 a preocupação com a relação custo-eficácia e a qualidade da indústria de construção levou um grupo de empreiteiros

norte-americanos, o Business Roundtable¹⁵, ao estabelecimento de uma equipe de estudos sobre assuntos que abordavam a construção de empreendimentos. Em 1982 o relatório Business Roundtable gerou mais de duzentas recomendações para melhorias do setor da construção, que permitiria poupar 10 bilhões de dólares anualmente (KUMARASWAMY, 1998). Foi concluído que os benefícios a serem obtidos com a construtibilidade em todo o processo do edifício representariam cerca de dez a vinte vezes o seu custo total (GRIFFITH, SIDWELL, 1997). O Business Roundtable deu início ao CII, na Universidade do Texas em Austin, em 1983 e a construtibilidade tornou-se um dos temas de pesquisa.

A missão do CII era identificar maneiras de implantar a qualidade total, garantindo a rentabilidade da indústria da construção. As forças tarefas realizadas por esse grupo abordaram várias áreas de interesse, que resultaram em publicações, kits de ferramentas de formação e educação referentes a automação, a redução do tempo de ciclo, a resolução de problemas de litígio e ao benchmarking (KUMARASWAMY, 1998).

Em 1987 foram estabelecidos quatorze princípios para beneficiar a construtibilidade (CII, 1987), tendo sido acrescentados em 1992 mais três. Estes princípios são aplicáveis às diferentes fases da vida de um projeto; oito deles são aplicáveis à fase inicial do empreendimento, ou fase de concepção, outros oito são referentes às fases de projeto e aquisições, e o último princípio é aplicado à fase de construção. Os dezessete princípios da construtibilidade sugeridos pelo CII são apresentados a seguir:

1. utilizar programas da construtibilidade como elementos da gestão do projeto;
2. envolver ativamente os conhecimentos da construção no desenvolvimento do projeto;
3. envolver inicialmente os conhecimentos de construção na definição de estratégias contratuais;
4. definir os tempos de execução do projeto para atender aos tempos de condução dos processos construtivos;

¹⁵ Business Roundtable (1982). *Integrating Construction Resources and Technology into Engineering*. Business Roundtable, New York.

5. analisar a opção pelos melhores processos construtivos nas fases iniciais do projeto;
6. adequar o canteiro de obra para a implantação da construção, a fim de promover a eficiência dos processos construtivos para a execução e manutenção da obra;
7. os elementos da equipe do empreendimento, responsáveis pela construtibilidade, devem ser identificados nas fases iniciais do mesmo;
8. as tecnologias mais recentes e adequadas devem ser utilizadas ao longo do projeto;
9. o planejamento dos prazos deve atender à previsão da duração dos processos construtivos;
10. a concepção da obra deve resultar num projeto que valorize a eficiência construtiva;
11. é preciso seguir indicações padronizadas na definição dos elementos;
12. deve-se pensar na eficiência construtiva na elaboração das especificações do projeto;
13. a opção pelo desenho modular e pela pré-fabricação deve se traduzir na facilidade da fabricação, transporte e instalação;
14. a concepção, de uma forma global, deve procurar facilitar, durante a fase de construção, a acessibilidade dos operários, o transporte e a movimentação de materiais e equipamentos;
15. deve-se prever desde a concepção do projeto a facilitação da construção em condições atmosféricas adversas;
16. a sequência de trabalho na concepção e na construção deve facilitar a operacionalidade dos sistemas de infraestrutura, de forma a garantir o tempo necessário para testes e ensaios;
17. é necessário, desde a concepção do projeto, priorizar métodos tecnologicamente inovadores, mais eficientes e adequados.

Nima et al. (2001) baseado na literatura, apresenta vinte e três conceitos que beneficiam a construtibilidade. Esses conceitos são aplicados a três fases do empreendimento. Os sete primeiros seriam estabelecidos durante a fase de planejamento conceitual, os próximos oito durante a fase de projeto e aquisições e os oito restantes durante a fase de operações em canteiro. A descrição dos vinte e três conceitos vem a seguir:

1. o programa do empreendimento deve ser discutido e documentado dentro do plano de execução do empreendimento com a participação de toda a equipe do mesmo;
2. a equipe do empreendimento, que inclui representantes do proprietário, engenheiro e construtor, deve ser formulada e mantida para prever ações em benefício da construtibilidade no início do projeto e em todas as suas fases;
3. é necessária a interferência de indivíduos com conhecimento e experiência de construção o mais cedo possível no planejamento do empreendimento para que interferências entre projeto e obra sejam evitadas;
4. é preciso levar em consideração os métodos construtivos definidos em projeto para a definição do tipo e do número de contratos necessários para execução do projeto;
5. o planejamento do empreendimento e a data de finalização da obra deveriam ser baseados no tempo necessário para a execução das atividades e atribuídos o mais cedo possível;
6. a fim de cumprir as operações em canteiro de forma fácil e eficiente, os métodos construtivos devem ser discutidos e analisados o mais cedo possível para conduzir o projeto de acordo com estes métodos;
7. o leiaute do canteiro deve ser estudado de modo que a construção e a manutenção possam ser realizadas de maneira eficiente, evitando interferências entre as atividades;

8. os cronogramas de projeto devem ser ditados para a sequência de construção; o cronograma de execução deve ser discutido e desenvolvido antes do projeto e do cronograma de aquisições;
9. o uso de tecnologias pode resolver o problema de fragmentação em áreas específicas, beneficiando a construtibilidade;
10. o projeto deve ser revisado por profissionais qualificados e deve ser simplificado visando a construção eficiente;
11. os elementos do projeto devem ser padronizados para que o custo do projeto nunca seja afetado negativamente;
12. as especificações técnicas de projeto devem ser simplificadas sem sacrificar o nível ou a eficiência do desempenho do empreendimento;
13. é preciso analisar a facilidade de fabricação, transporte e instalação para definir pela utilização da modularização e pré-fabricação;
14. na concepção do empreendimento deve-se levar em consideração a acessibilidade da mão de obra, materiais e equipamentos para determinar para determinar as posições em canteiro;
15. o projeto deve facilitar a construção em condições climáticas adversas;
16. o sequenciamento das atividades deve ser previsto para minimizar perdas, retrabalhos e a utilização de elementos que congestionem o canteiro;
17. inovação em sistemas de construção temporária ou execuções inovadoras utilizando materiais de construção disponíveis no mercado contribuem para a melhoria da construtibilidade;
18. o investimento em ferramentas manuais inovadoras que reduzam a intensidade do trabalho, aumentando a mobilidade, a segurança e a acessibilidade, pode melhorar a construtibilidade na fase de construção;
19. o investimento em tecnologias que aumentam a produtividade também melhora a construtibilidade na fase de construção;

20. para aumentar a produtividade e melhorar a construtibilidade sob condições climáticas adversas, os construtores devem ser incentivados a utilizar o sistema de pré-montagem;
21. a construtibilidade pode ser reforçada se forem utilizadas inovações nas instalações temporárias;
22. boas práticas de contratados, relacionados à qualidade e ao tempo, devem ser documentadas para serem consideradas em empreendimentos futuros;
23. a retroalimentação deve ser mantida durante todo o empreendimento e deve ser arquivada em forma de lições aprendidas para serem utilizadas futuramente.

Os fatores de construtibilidade foram elaborados a partir da identificação da necessidade pela melhoria da execução da obra. Para solucionar alguns problemas que impedem a boa execução foi necessário elaborar medidas que, quando colocadas em prática ainda na fase de elaboração dos planos e projetos, proporcionam um rendimento satisfatório ao empreendimento.

2.2.2. Alguns estudos internacionais sobre a aplicação de construtibilidade

Desde o final da década de 1970 estudos apontam para o desenvolvimento de metodologias e aplicação de princípios a fim de alcançar a melhoria da construtibilidade em obras de construção civil. Na década de 1980 muitos autores fizeram considerações sobre a aplicação de construtibilidade como melhoria das condições de execução do empreendimento. Suas considerações contribuíram e acrescentaram ações às fases do empreendimento para benefício da construtibilidade.

Tatum et al. (1986) consideraram em seu estudo a contribuição que o projetista e o contratante poderiam fornecer ao empreendimento durante a fase de concepção do planejamento. Foram identificados três aspectos importantes: a necessidade do desenvolvimento de um plano de projeto completo, do detalhamento

do leiaute do canteiro de obra e da consideração do melhor método de construção para o empreendimento.

O'Connor e Tucker (1986) analisaram a forma como o conhecimento da construção pode ser usado pela engenharia na elaboração de contratos. Os autores identificaram que a concepção do projeto, o planejamento e a elaboração de contratos devem ser orientados para a construção. Os projetos devem ser configurados visando à eficiência da construção; os elementos de projeto devem ser padronizados e a repetição das partes deve ser incentivada. Identificou-se a necessidade de prever a pré-montagem de elementos na obra considerando também a facilidade de fabricação, transporte e instalação desses elementos. Os projetos devem promover a utilização dos recursos, como também devem ser adaptados a condições climáticas adversas. A elaboração de especificações em projetos deve simplificar as operações de construção.

Em trabalho realizado por O'Connor e Davis (1988), a construtibilidade foi analisada durante as operações em canteiro. Nesse estudo foram identificados importantes aspectos para a construtibilidade, que devem ser considerados em todos os projetos de construção: o sequenciamento de atividades, a instalações de equipamentos temporários e a execução de pré-montagem e instalações temporárias de apoio em canteiro.

Foi realizado um estudo de caso por Griffith e Sidwell (1997) sobre a aplicação de construtibilidade nas fases de aquisição, concepção e construção de um edifício público de artes e entretenimento, executado pelo governo da Austrália. Na fase de projeto, o contratante selecionado permitiu que a equipe de gerenciamento do empreendimento verificasse elementos de custo elevado, explorando a oportunidade de fazer economia de custos. A partir deste processo foi possível sugerir alterações levando em conta a relação custo-benefício subsequente.

O projeto citado anteriormente estava previsto para uma área de terra inadequada. Como essa informação foi identificada na fase de planejamento conceitual foi possível adaptar o projeto às condições do terreno. Também foi possível prever a necessidade de gaiolas de trabalho suspensas em guias, as quais foram fabricadas para esse fim, para permitir a fixação das coberturas (GRIFFITH, SIDWELL, 1997).

Este método diminuiu a necessidade de plataformas de trabalho temporário, o que reduziu tempo e custos consideravelmente. Depois da construção identificou-se que o projeto foi entregue quatro meses antes do cronograma e com economia de aproximadamente 8% do orçamento total.

Em muitos estudos foram abordados temas sobre o entendimento do conceito e a verificação da aplicação de fatores de construtibilidade. Para que fossem realizadas as análises foram elaborados questionários sobre o tema. Nos subitens abaixo são apresentados alguns trabalhos com diferentes abordagens sobre construtibilidade.

2.2.2.1. Trabalhos que verificaram a aplicação dos fatores de construtibilidade

Baseado no questionamento: “*Como o engenheiro pode aumentar a construtibilidade do projeto?*” NIMA et al. (1999; 2001) discutiram o papel dos princípios de construtibilidade para a melhoria do projeto. A contribuição que poderia ser fornecida tanto pelo projetista quanto pelo engenheiro residente era de colaborar na elaboração do planejamento.

Segundo os autores, cabia também ao projetista simplificar e padronizar os projetos e adaptá-los às condições climáticas adversas, além de descrever os métodos construtivos a serem utilizados. O engenheiro residente deveria sugerir melhores estratégias de contratação e empreiteiros capacitados para execução das atividades. O empreiteiro contratado deveria estar ciente e concordar com o cronograma de projeto e aquisições e com o método construtivo a ser utilizado. O empreiteiro também deveria auxiliar na elaboração do leiaute do canteiro. Segundo Nima et al. (2001), as contribuições do empreiteiro contratado são possíveis em função de sua experiência em construção.

Nima et al. (2001) elaboraram outra pesquisa, desta vez com engenheiros que trabalhavam com os proprietários, consultores, empreiteiros, subempreiteiros e gestores da construção na Malásia. Os engenheiros responderam sobre a importância e o grau concreto de aplicação dos conceitos de construtibilidade na

indústria da construção no país. Os engenheiros se mostraram de acordo com os conceitos de construtibilidade do ponto de vista teórico, mesmo não os aplicando em suas práticas.

Os autores discordaram apenas com o conceito que prevê o desenvolvimento do projeto e aquisições em função do planejamento do sequenciamento de execução das atividades (NIMA et al., 2001). Para esse conceito, o cronograma de execução deveria ser discutido e desenvolvido antes do projeto e do cronograma de aquisições. Dos respondentes, 70% possuíam experiência isolada, ou em projeto ou em construção; apenas o restante demonstrou experiência em ambos. Essa característica dificulta a aplicação do conceito. O estudo demonstrou também que os engenheiros compreendiam os conceitos, mesmo sem relacioná-los com a construtibilidade.

Em ASCE (2000a) e em ASCE (2002), foram elaborados questionários para identificar a aplicação de programas de construtibilidade durante as fases do projeto e as questões que mais impactam sua adoção. No trabalho elaborado por ASCE (2000b), que também teve essa abordagem, foram obtidas informações sobre o ambiente organizacional de cada Agência de Transporte do Estado (STA) nos Estados Unidos, assim como informações sobre as práticas de projeto e a construtibilidade. O objetivo de ASCE (2000b) foi criar ferramentas de construtibilidade para serem aplicadas nas STA. Em ambas as pesquisas se almejava identificar maneiras de incorporar ações que beneficiassem a construtibilidade.

ASCE (2000b), em análise para aferir atributos como maturidade, facilidade de aplicação, considerações de manutenção, custo de implementação e impacto no processo de construtibilidade, definiram as características das ferramentas. São elas: a elaboração da política e dos objetivos do empreendimento, a determinação das características de operações e manutenção, a criação da estrutura organizacional de construtibilidade em parceria com a equipe do empreendimento, a utilização de listas de checagem e de processos formais de construtibilidade, assim como a identificação do caminho crítico e o uso dos recursos de tecnologia (ASCE, 2000b).

Alguns princípios já conhecidos de construtibilidade, que segundo Crowther (2002) deveriam ser considerados para desmontagem, são: minimizar o número de

componentes diferentes; utilizar um sistema construtivo no qual as partes do edifício sejam mais livremente substituíveis; utilizar um projeto modular, com componentes pré-montados e subconjuntos compatíveis com outros sistemas, tanto dimensional quanto funcionalmente; utilizar tecnologias de montagem compatíveis com o padrão de construção; prever o acesso a todas as partes do edifício e usar componentes fáceis de manusear.

Crowther (2002) também salienta a importância de programar a desmontagem em paralelo, ao invés de sequencialmente, e a utilização de peças pré-fabricadas para reduzir a necessidade de controle local. Para garantir maior qualidade é importante a retificação dos projetos, isto é, elaboração de projetos *as built*, para serem utilizados na desmontagem.

O questionário de ASCE (2000a), como no trabalho citado anteriormente, também foi aplicado nas Agências de Transporte do Estado (STA), nos Estados Unidos. As agências enviaram o questionário para escritórios de projetos e construtoras. O questionário da ASCE (2002) foi aplicado em empresas de projeto. Como conclusão dessas pesquisas identifica-se que:

- mais da metade dos projetistas afirmaram possuir uma política corporativa formal sobre construtibilidade;
- os projetistas acreditam que a complexidade do projeto é um fator que afeta a maneira como a revisão de construtibilidade é realizada na fase de concepção; assim, a complexidade do projeto determina o grau de formalidade do programa e o número de especialistas necessários para a construção atingir metas de construtibilidade.

Ainda como resposta ao questionário da ASCE (2002) verificou-se que:

- quase todos os respondentes são familiarizados com o tema;
- as práticas de concepção determinam a abordagem de construtibilidade no projeto;
- os comentários de colegas e a retroalimentação são as ferramentas mais utilizadas para alcançar altos níveis de construtibilidade;
- a maioria dos projetistas fazem revisões de construtibilidade em muitos estágios do projeto;

- projetos com erros e especificações incompletas são os principais obstáculos a serem trabalhados a favor da construtibilidade; por outro lado, a resistência do proprietário e as limitações de orçamento são entendidas pelos projetistas como insignificantes em relação à construtibilidade; isso contradiz a afirmação de que os proprietários sejam normalmente relutantes em permitir que os seus projetistas conduzam programas formais de construtibilidade por causa do alto custo extraordinário nos projetos;
- os projetistas consideram importante o desenvolvimento de boas relações com fornecedores e clientes para melhorar a compreensão mútua na elaboração e construção do projeto, diminuindo possíveis problemas futuros; eles concordam com a inclusão de um engenheiro experiente na fase de projeto.

No artigo de ASCE (2000a), foi descrito um Programa de Revisão de Construtibilidade (CRP) para auxiliar a aplicação de fatores que beneficiam a construtibilidade nas STA. O modelo do CRP se mostrou flexível, podendo se adequar a diferentes tipos de projetos e abordagens organizacionais (ASCE, 2000a).

Embora estejam disponíveis os Processos de Revisão de Construtibilidade (CRP) para as Agências de Transporte do Estado (STA), sua implementação tem sido identificada como lenta, devido à falta de clareza quanto aos custos e benefícios de sua implementação. O artigo da ASCE (2005a), financiado pela Cooperativa Nacional de Pesquisa de Estradas revela que muitos estados têm tentado a implementação de diversas maneiras, mas obstáculos têm dificultado e interrompido o progresso.

Quatro elementos foram identificados como essenciais para o sucesso da implementação e manutenção de um CRP: institucionalização do campeão do CRP, ênfase a um programa dirigido à qualidade, orientações claras para a execução de construtibilidade que atendam a vários tipos de projetos e entrada significativa de contratantes profissionais peritos de construção (ASCE, 2005a).

Em outro estudo de caso elaborado pela ASCE (2002) foi feita a análise do projeto de um porto, na Malásia, que envolvia estruturas elevadas, aterros para ponte e gestão do tráfego. Dois anos adiante, em publicação da ASCE (2004), foi

analisado o impacto do desempenho do projeto a partir do envolvimento do construtor em sua fase inicial.

Como característica do primeiro trabalho citado (ASCE, 2002), foi identificada a aplicação de alguns princípios de construtibilidade: tecnologia de informação avançada, projeto simplificado, padronização (que foi utilizada na maioria dos elementos do projeto) e especificações técnicas (que foram preparadas de acordo com os materiais que se encontravam disponíveis no mercado). A pré-fabricação, a pré-montagem e a modularização também foram colocadas em prática neste projeto. Um desenho modular que facilitasse a fabricação, o transporte e a instalação foi considerado e a parte principal do projeto consistiu numa estrutura de autoestrada elevada.

O segundo trabalho (ASCE, 2004), foi marcado pela diminuição de problemas relacionados às tolerâncias construtivas, especificações e prazo da obra, a partir do envolvimento do construtor em sua fase inicial. A participação do construtor na fase de aquisição reduziu problemas com especificações e na execução da obra. A grande maioria dos entrevistados concordou que esse envolvimento pode gerar projetos mais fáceis de construir.

Apesar da aplicação de alguns conceitos, pode se considerar baixo o número de ações para melhoria de construtibilidade. Além do mais, os engenheiros entrevistados afirmaram que aplicaram os conceitos baseados em sua experiência e não num programa formal de construtibilidade. Esses profissionais não relacionam todos esses conceitos vistos no questionário com um maior princípio comum, que é a construtibilidade (ASCE, 2002).

Estudos foram realizados por ASCE (2001) e Shen e Walker (2001) para identificar os benefícios da aplicação dos princípios de construtibilidade em projetos industriais no Canadá e num empreendimento urbano de aproximadamente 22 km de estrada, respectivamente. Os dados foram obtidos a partir da aplicação de um questionário. No estudo de ASCE (2001) os entrevistados eram em sua maioria responsáveis pela gestão de grandes projetos e possuíam cerca de vinte anos de experiência na indústria da construção. Com base nas conclusões foi possível listar os seguintes benefícios:

- a garantia da participação do pessoal da construção nas primeiras considerações de projeto;
- o estabelecimento de confiança mútua, respeito e credibilidade entre planejadores, projetistas e construtores, através da visão compartilhada e do compromisso com o sucesso do projeto já na fase conceitual;
- o abandono da concepção tradicional de compra e construção, em favor da abordagem que traz o construtor mais próximo do projeto, para auxiliar nas especificações e estratégias de contratos;
- a disposição em desafiar novas abordagens, a fim de obter redução de custo e benefícios no cronograma, desempenho e segurança.

No trabalho de Shen e Walker (2001), o objetivo foi analisar a integração da saúde, segurança do trabalho, gestão ambiental e princípios de construtibilidade num sistema holístico. A melhoria de construtibilidade incorporada à construção destacou-se por:

- melhoria na eficiência da construção através da realização de repetição;
- utilização de métodos com operações simples de construção; e
- melhoria na compreensão do projeto pela equipe da obra.

O empreendimento, considerado altamente complexo, foi concluído dentro do prazo estipulado (SHEN, WALKER, 2001). Como reflexão final, ASCE (2001) fez considerações para incentivar os gerentes de projeto a pensar a construtibilidade como um elemento de um pacote, o qual inclui a gestão integrada de valor, as alianças estratégicas, a engenharia de valor e a gestão de riscos.

O artigo de Mbamali et al. (2005) analisou se as questões relativas à construção rápida e eficiente foram consideradas em projetos de construção na Nigéria. Pocock, Kuennen, Gambatese e Rauschkolb e alguns membros da Comissão de Construtibilidade do *U.S. Army Corps of Engineers Construction Engineering Research Laboratory* (CERL), em Pocock et al. (2006), também questionaram sobre a aplicação de construtibilidade na construção nos Estados Unidos. As conclusões em comum que puderam ser identificadas foram:

- o conhecimento técnico de produção, elaboração de processos e operações do canteiro não está disponível na fase de concepção de projetos; grande parte dos entrevistados afirmou que esses esforços devem ocorrer antes do projeto detalhado;
- a construtibilidade é amplamente reconhecida e aceita entre os profissionais da construção como um importante critério do projeto.

Como resultados do trabalho de Mbamali et al. (2005), concluiu-se que todos os envolvidos no setor da construção da Nigéria deveriam trabalhar em conjunto para produzir edifícios. Os projetos deveriam ser apresentados em termos claros, dentro das normas de projeto, deveriam ser aplicadas ações de construtibilidade, assim como sua avaliação periódica, para incorporar a eficiência construtiva nas obras do país.

Em Pocock et al. (2006) percebeu-se que a prática de construtibilidade melhorou significativamente os esforços em benefício da construção; pode-se acrescentar aos resultados já mencionados que:

- busca-se a tecnologia para ajudar na aplicação de construtibilidade;
- são minimizados os obstáculos referentes à disseminação da construtibilidade à medida que a indústria da construção evolui.

Entretanto, os autores comentam que o obstáculo mais frequentemente citado para adoção de construtibilidade foi a falta de comunicação entre os projetistas e construtores.

O artigo elaborado por Crowther (2002) apresentou uma discussão sobre ações de construtibilidade que facilitam tanto a construção como a desmontagem de um edifício. São encontradas importantes estratégias, sistemas e princípios para executar a melhor montagem. Tais estratégias podem ser adaptadas ao projeto para a desmontagem. O projeto para a desmontagem precisa preocupar-se com uma visão holística dos objetivos do empreendimento, que poderiam ser a redução de resíduos através da reciclagem de materiais, ou através da reutilização de componentes.

Yang et al. (2003) buscaram o desenvolvimento de um sistema de classificação de conhecimento, para o que os autores chamaram de projetos

executáveis. Trata-se de um sistema de apoio à decisão inteligente que poderia ser utilizado para auxiliar na fase conceitual de projeto. Porém, a aquisição de conhecimento revelou-se o principal ponto de estrangulamento, em particular para a análise de construtibilidade. Para eliminar esse gargalo, os autores sugeriram que em futuras pesquisas fosse considerada a integração de técnicas de aquisição automática de conhecimento para o processo de implementação da ferramenta. Quem deveria alimentar essa ferramenta seriam os arquitetos e engenheiros. Os objetivos específicos do trabalho incluíam a identificação e a classificação do conhecimento sobre construtibilidade.

Lam et al. (2006) realizaram uma pesquisa sobre o grau de importância dos fatores de construtibilidade. A maioria dos entrevistados tinha experiência em projetos de construção. De acordo com a pontuação média global foram classificadas cinco posições para os atributos de construtibilidade: condições de canteiro, coordenação de documentos, componentes e seqüência de trabalho, padronização e repetição, segurança e facilidade de construção (LAM et al., 2006). A importância de concentrar na fase de projeto características que melhorem a construtibilidade tem sido destacada em muitos estudos. Os projetistas, juntamente com outros participantes do projeto envolvidos na fase de concepção, devem ficar alertas para o impacto do projeto na construção.

O objetivo do trabalho de Jin e Ling (2006) foi investigar a relação baseada em fatores que afetam o desempenho de projetos de construção na China. Para essa análise nos projetos foi utilizada a influência de custos, cronograma, qualidade e desempenho de relacionamentos. Foram encontradas ferramentas que influenciam o desempenho de projeto, tanto negativa quanto positivamente, nas etapas de pré-proposta, desenvolvimento da proposta, execução e pós-execução do empreendimento. As principais ferramentas classificadas foram:

- a capacitação do pessoal da equipe, identificada como uma ferramenta com baixo índice de aceitação, devida à característica dos chineses de acreditar que hierarquia e autoridade devam estar em patamares elevados; assim não tendem a renunciar ou compartilhar o poder com seus subordinados; em consequência, a gestão eficaz do projeto torna-se um obstáculo, resultando no mau desempenho e na má qualidade de relacionamento;

- a adesão aos objetivos mútuos foi aceita e identificada como característica positiva; afirma-se que o compromisso e as metas mútuos ajudariam a minimizar os riscos no final de um projeto;
- a comunicação insuficiente foi identificada como característica negativa;
- as interferências que possam beneficiar a adoção de regras e disciplina a favor da melhoria do desempenho do projeto são aceitas.

Wong et al. (2006), em função de sua pesquisa e ao identificar os atributos do projeto, afirmam a necessidade do conceito de construtibilidade ser expresso de maneira mais definida e concreta. Os resultados de um questionário aplicado apontaram três fatores chaves de construtibilidade que deveriam ser colocados em prática: utilizar de maneira econômica os recursos do contratante, permitir que os requisitos de concepção possam ser facilmente visualizados e coordenados pela equipe de canteiro e permitir que os contratantes possam adotar detalhes alternativos de construção. Em nível de indústria, a identificação de fatores pode contribuir para o desenvolvimento sustentável através da redução de resíduos e do uso econômico dos recursos.

Em trabalho realizado por Ying e Pheng (2007) se apresenta a aplicação de princípios de construtibilidade na indústria da construção de Singapura, tendo sido formalizada através do Sistema de Avaliação do Projeto de Construção (BDAS). O BDAS foi desenvolvido pelo *Building and Construction Authority* (BCA) como um meio de medir o impacto potencial do projeto de construção sobre o uso de mão de obra local. O sistema de avaliação de resultados é pela pontuação do projeto. Assim, um projeto com maior pontuação vai demonstrar o uso mais eficiente da mão de obra na construção, podendo assim ter maior produtividade no local de trabalho. Há exigência de pontuação mínima para todos os empreendimentos imobiliários, e antes da elaboração dos planos devem ser realizadas as aprovações pelas autoridades do edifício. A evidência empírica identificada na indústria da construção em Singapura sugere que o reforço de construtibilidade seja possível através de um programa estruturado. Várias medidas são recomendadas para ajudar a preencher esta lacuna na China (YING, PHENG, 2007):

- disseminar e incorporar o tema construtibilidade no currículo de programas em universidades e outras instituições de ensino superior relacionados com a construção;
- realizar programas de treinamento em construtibilidade para a prática de profissionais através de suas respectivas instituições profissionais, sensibilizando-os para os benefícios que podem ser acumulados com a aplicação desse conceito na construção;
- educar os funcionários de ministérios do governo em relação aos conceitos de construtibilidade e os benefícios que podem trazer.

A pesquisa realizada por Oyedele e Tham (2007), na Nigéria, teve o objetivo de incentivar os arquitetos a melhorar o desempenho e as responsabilidades no processo de entrega do edifício. Os resultados mostraram que esses profissionais precisam se concentrar na gestão de habilidades e competências referentes à construtibilidade, à qualidade do projeto, à comunicação dos processos de projeto e à integração do projeto com foco no cliente, a fim de conquistar o desempenho ideal de suas atividades.

Em Motsa et al. (2008) foi examinada a integração do projeto e da construção na província de KwaZulu-Natal, na África do Sul, para avaliar a percepção dos projetistas sobre fatores que prejudicam a construtibilidade nos seus projetos. Um questionário foi aplicado a cem projetistas e os dados foram analisados utilizando métodos de pontuação percentual e média. Os resultados mostraram que a maioria dos projetistas (76%) exige experiência dos contratantes e 84% consideram a construtibilidade em seus projetos. No entanto, apenas 48% deles indicaram que os construtores contribuem para seus projetos.

Notou-se a falta de conhecimento na construção pelos projetistas e este foi tido como o maior obstáculo para a aplicação da construtibilidade (MOTSA et al., 2008). Embora a maioria dos projetistas indique ser necessária a experiência dos construtores em seus projetos, apenas 48% estavam frequentemente envolvidos com os contratantes no processo de projeto. Para aperfeiçoar a construtibilidade, os projetistas precisam ter mais conhecimento de canteiro de obra, e isso é o que os construtores podem proporcionar. Esta alteração exige uma total modificação da tradicional compartimentação de projeto e construção para a utilização de métodos

não-convencionais de contratos que atribuam aos contratantes um papel mais importante no projeto.

Em alguns trabalhos foram feitas análises dos fatores de construtibilidade juntamente com outras características que beneficiam o desempenho da edificação. Essas análises foram comparativas e sugestionadas a verificar se as diferentes ações prejudicam ou não uma à outra, mesmo que todas sejam em prol da execução de um bom produto.

2.2.2.2. Análises dos fatores de construtibilidade juntamente com outras características que beneficiam o desempenho da edificação

A ASCE, em publicação no ano de 2003, apresentou uma análise da integração da sustentabilidade com a construtibilidade na obra de reconstrução do Pentágono. O exame expõe uma relação sinérgica entre o projeto sustentável com características de construtibilidade. Nessa relação é notado o esforço para utilizar os recursos de maneira eficiente e com redução de resíduos. Conexões entre as duas iniciativas foram encontrados em nível conceitual, de sistema, de materiais e no processo de implementação do projeto. Em análise do Pentágono foi revelado que o potencial para melhorar a sustentabilidade e a construtibilidade de um projeto é reforçada quando as duas iniciativas estão integradas e são abordadas de maneira combinada.

Em 2006 foram apresentadas, numa nova publicação da ASCE, algumas práticas de construtibilidade empregadas na reconstrução do Pentágono: a organização de uma equipe integrada para desempenhar esforços pelo empreendimento, a elaboração de modelos computacionais, a elaboração de revisões, o armazenamento de lições aprendidas e a realização de *workshops*. Alguns princípios de construtibilidade foram identificados para proporcionar orientação aos profissionais da indústria. Estas práticas identificam métodos para gerenciar o conhecimento de construção sustentável, especialmente durante a elaboração do projeto e da construção (ASCE, 2006).

O objetivo do trabalho de Low et al. (2008) foi analisar a relação entre a construtibilidade, o desempenho térmico e a integridade de desempenho do edifício, utilizando o *Total Building Performance* (TBP), ou desempenho total da edificação. O TBP é geralmente definido como a integração de diferentes características que possibilitam aferir o desempenho na construção; essas características são os aspectos de qualidade do ar, temperatura, integridade de construção, acústica e estética da edificação.

O desempenho de cada uma dessas características também foi definido a partir das necessidades fisiológicas, psicológicas, sociológicas e econômicas do usuário, ou limites de concepção e aceitabilidade (LOW et al., 2008). A conservação dos recursos como espaço, materiais, energia e tempo, formam a base de economia na construção, com cada um dos fatores que contribuem para a redução de custos iniciais e custos do ciclo de vida do empreendimento. O sucesso e a eficácia da execução de um empreendimento é a medida de sua capacidade de fornecer o desempenho necessário ao longo do tempo, enquanto faz uso dos recursos de forma eficiente.

Nesse mesmo trabalho Low et al. (2008) realizaram o estudo de caso de um projeto de dormitórios para trabalhadores. Inicialmente foram atribuídos escores de construtibilidade para o projeto. Com relação à melhoria do desempenho térmico nos dormitórios, pôde-se observar que a maioria dos métodos convencionais, tais como adoção de alguns materiais de construção, de isolamento ou de sistemas de instalação de ventiladores e ar condicionado não tiveram impacto direto sobre a construtibilidade, como também não afetaram significativamente no projeto do edifício. Por outro lado, a colocação de mais janelas para melhorar a ventilação teria impacto direto sobre a concepção dos dormitórios, assim como estas aberturas adicionais também reduziriam o número de superfícies de paredes na construção, afetando a integridade estrutural do edifício.

Como essas mudanças requerem a modificação dos elementos estruturais e também o trabalho adicional de criar mais aberturas dentro das paredes, seria ocasionada a diminuição de construtibilidade do projeto. Pôde-se notar a melhoria da integridade da construção, na pontuação de construtibilidade causada pela utilização de painéis de paredes pré-fabricadas. A qualidade da edificação pode aumentar através da utilização da pré-fabricação e o projetista seria capaz não só de

aumentar significativamente a construtibilidade do edifício, mas também de melhorar o desempenho e a integridade de sua construção (LOW et al. 2008).

O objetivo do estudo de Pheng et al. (2008) foi compreender a relação entre a construtibilidade e os dois componentes do chamado *Total Building Performance* (TBP), que são a qualidade interna do ar e o desempenho visual. Um modelo de base foi usado para estabelecer esta comparação; este modelo foi adotado a partir do Código de Prática sobre Projeto de Edificação, utilizado pelo *Building and Construction Authority*, em Singapura.

Segundo os autores, a incorporação da qualidade interna do ar e as orientações sobre o desempenho visual foram analisadas para verificar sua influência na pontuação de construtibilidade. A análise para a qualidade interna do ar resultou num ligeiro aumento da pontuação de construtibilidade após a incorporação das orientações. Para os componentes de desempenho visual houve uma ligeira queda na pontuação da construtibilidade. Os requisitos mínimos estabelecidos para a pontuação ainda estavam satisfatórios após a incorporação das diretrizes.

O estudo determinou que os dois componentes do TBP não ocasionam nenhum efeito adverso significativo sobre construtibilidade (PHENG et al., 2008). Os profissionais da construção podem, portanto, incorporar características de qualidade interna do ar e orientações adequadas ao desempenho visual em seus projetos e leiautes arquitetônicos, sem comprometer a construtibilidade.

O objetivo do trabalho desenvolvido por Martínez et al. (2009) foi o estudo da integração conceitual entre o projeto sustentável e a construção enxuta. Em outras palavras, o estudo propõe o desenvolvimento de conhecimentos coerentes e práticos para a aplicação da construção sustentável, utilizando os princípios da construção enxuta. O objetivo é melhorar a eficiência das empresas na área da construção, criando bases para o desenvolvimento de futuros projetos sustentáveis, a partir de uma perspectiva enxuta. Para a integração dos conceitos os autores propuseram a construtibilidade.

A metodologia de implementação usando construtibilidade apresentada no trabalho de Martínez et al. (2009) mostra basicamente uma sequência para o desenvolvimento do projeto através da consideração de três etapas do empreendimento: projeto, planejamento e construção.

Essa metodologia consistiu em analisar cada um dos vetores, definidos pela integração dos conceitos de desenvolvimento sustentável e construção enxuta, nas fases do empreendimento. Os vetores pertinentes foram determinados com interações e influências diretas sobre cada uma das fases, determinando como um meio de verificação, ao final de cada fase, se os critérios definidos para a construção sustentável haviam sido cumpridos.

No final da aplicação da metodologia um processo de retroalimentação precisou ser realizado para verificar a validade da influência e a interação dos vetores em cada uma das fases e atividades do empreendimento. Essa integração prevê que a integração do *verde* com o *enxuto* seja uma forte ferramenta de impacto para obter projetos de construção sustentável (MARTÍNEZ et al., 2009).

O surgimento de novos estudos na ciência da computação e na inteligência artificial de redes neurais está despertando interesse de pesquisadores na indústria da construção. Esses estudos estão sendo elaborados com êxito. Muitas ferramentas de aplicação de ações para beneficiar a construtibilidade estão sendo desenvolvidas num formato moderno e com a utilização de tecnologias avançadas.

2.2.2.3. Utilização de ferramentas e da tecnologia para a aplicação de ações em benefício da construtibilidade

Em sua tese, Zin (2004) investiga o impacto das soluções de construtibilidade em projetos na Malásia. A relação entre a aplicação dos princípios de construtibilidade foi modelada utilizando *redes neurais artificiais*¹⁶ e *técnicas de regressão linear múltipla*¹⁷. Se houver relação linear entre os níveis de aplicação dos princípios de construtibilidade com a construtibilidade do projeto a regressão linear é uma boa técnica para modelar o relacionamento.

¹⁶ A *rede neural artificial* é um sistema paralelo e distribuído, composto por unidades de processamento simples que calculam funções matemáticas. As unidades são interligadas por um grande número de conexões dispostas de forma unidirecional. Seu funcionamento é inspirado no cérebro humano.

¹⁷ O *método da regressão linear* é utilizado para relacionar o modelo linear entre uma variável dependente e uma ou mais variáveis independentes (ZIN, 2004).

O resultado da tese foi uma ferramenta para avaliação de construtibilidade em elementos de projetos como vigas, pilares e paredes (ZIN, 2004). Essa avaliação pode melhorar a eficiência na construção, devido à identificação de deficiências em elementos específicos ainda na fase de concepção.

O trabalho de Barai, Nair (2004) apresenta uma comparação entre modelos de aprendizagem, baseado em modelos *neuro-fuzzy*¹⁸, para tratamento de informações qualitativas de avaliação de construtibilidade. Os principais objetivos do trabalho foram, explorar diferentes modelos *neuro-fuzzy* para análise de construtibilidade, demonstrar a sua viabilidade de domínio e demonstrar o desempenho do modelo em caso de falta de informações. Foi analisada a construtibilidade de uma viga de concreto armado. O *backpropagation*¹⁹ (BP) e o *ArtMap Fuzzy*²⁰ foram explorados com modelos *neuro-fuzzy*. Os dados para esses modelos são adquiridos a partir do aprendizado e durante testes. A confiabilidade desses modelos também foi verificada mediante a utilização dos métodos de avaliação estatística.

A manipulação das informações que estavam incompletas também foi estudada a partir do modelo *neuro-fuzzy* (Barai, Nair, 2004). As observações deste trabalho são utilizadas para propor o futuro desenvolvimento de um Sistema de Suporte à Decisão (DSS) de maior escala. O *ArtMap Fuzzy* foi o modelo que apresentou melhor desempenho. Porém, há a necessidade de verificar a validade de tal modelo com um conjunto de dados mais extenso.

Ganah et al. (2005) em sua pesquisa desenvolveram um ambiente de visualização e comunicação para ajudar equipes de projeto na comunicação de detalhes que possam ser problemáticos para a construção. A investigação foi baseada na necessidade de uma ferramenta que facilite a comunicação de informações detalhadas de projeto.

O sistema computacional desenvolvido pelos autores é um modelo em 3D, no qual se visualiza com perfeição a estrutura. A ferramenta tem potencial para

¹⁸ Os modelos *fuzzy* permitem levar em consideração informações qualitativas fornecidas por especialistas humanos.

¹⁹ O *backpropagation* é o algoritmo para treinamento de redes multicamadas mais difundido.

²⁰ O *ArtMap Fuzzy* é um dos classificadores de redes neurais mais comumente utilizados. Ele realiza classificação de dados de sensoriamento remoto através da *Adaptive Resonance Theory* (ART), com análise da rede neural.

auxiliar os profissionais a entenderem mais sobre o processo de construção e sobre a análise de construtibilidade. Porém, segundo Ganah et al. (2005), algumas barreiras foram identificadas para a aplicação da ferramenta: a falta de conhecimento do que a visualização do computador pode proporcionar entre os profissionais da indústria da construção, o alto custo de um *software* de computação gráfica avançada e o tempo necessário para a formação adequada do pessoal para utilização da ferramenta.

Em artigo de Zhang, El-Diraby (2006) foi apresentada a análise de construtibilidade referente ao método de rotação da superestrutura de uma ponte. Na China foram documentadas lições aprendidas sobre a aplicabilidade da *Superstructure Rotation Construction Method* (SRM), ou método construtivo de rotação de superestrutura, na construção de ponte urbana. Através da observação e da documentação de vários casos de pontes que utilizaram o SRM, a equipe de pesquisa desenvolveu um sistema baseado na *web* para apoiar a análise da construtibilidade, o que incluiu os seguintes elementos:

- um diagrama de influência, que retrata os fatores que influenciam a construtibilidade da SRM e suas inter-relações;
- uma técnica de hierarquia de objetivos, que ajuda as equipes a identificarem e a estruturarem um conjunto de objetivos para a concepção e a construção de planos de pontes;
- um banco de dados das melhores práticas e lições aprendidas.

Outras ferramentas para verificação e aplicação de ações em benefício da construtibilidade, que não utilizam necessariamente tecnologias avançadas, continuam sendo desenvolvidas. Essas ferramentas são normalmente baseadas em listas de checagem e metodologias para revisão de construtibilidade.

2.2.2.4. Utilização de listas de checagem para verificação de fatores de construtibilidade

A *State University of New York* (2006) desenvolveu uma lista de checagem que questiona se há ou não características de construtibilidade em obras do campus

obtendo informações do empreendimento como um todo. No canteiro de obra é observado o tipo de estrutura de elementos de projetos, as finalizações, a proteção térmica e a umidade da edificação, além de informações referentes às esquadrias (portas e janelas), equipamentos, instalações elétricas e hidráulicas e referentes à normalização.

A *American Association of State Highway and Transportation Officials* (AASHTO, 2000), preocupada com os custos e atrasos associados aos planos de construção, que não conseguiam ser cumpridos de acordo com o especificado, desenvolveu um plano estratégico em 1998. Esse plano tinha como objetivo identificar e defender a redução de custos associados às características de construtibilidade para projetistas e construtores, incentivando a participação de empreiteiros e fornecedores durante o projeto.

Para um grupo da AASHTO, foi atribuída responsabilidade pelo levantamento do estado do processo de revisão de construtibilidade em todo o país. Foi revelado que pouco mais de 20% dos membros da AASHTO aplicavam algum tipo de processo de revisão de construtibilidade e que apenas oito estados tinham formalizado o processo utilizando procedimentos escritos (AASHTO, 2000). Um processo eficaz de revisão de construtibilidade é importante para qualquer agência do transporte. Segundo a associação, os itens que devem ser constar num processo de revisão de construtibilidade são:

- conforme detalhado e especificado, devem fazer parte do projeto métodos construtivos, materiais e técnicas padronizadas;
- os planos e especificações fornecidos ao contratante devem estar claros.

Para exemplificar um processo de revisão de construtibilidade são sucintamente apresentados os passos do modelo desenvolvido pela AASHTO (2000). Primeiramente deve-se realizar a reunião de revisão do plano de construtibilidade. Nesse plano são apresentadas orientações sobre a finalidade do processo de revisão, quais os resultados desejados, as responsabilidades dos membros da equipe de revisão, o formato das reuniões e a metodologia para solucionar as questões levantadas durante o processo de revisão. A utilização de listas de checagem é muito comum e essas devem estar adequadas ao plano. Os

responsáveis por realizarem a revisão de construtibilidade devem se responsabilizar por conduzir a discussão, solucionando situações pendentes ou então direcionando a uma solução os questionamentos colocados.

Em todos os casos de estados norteamericanos que executam programas formais de construtibilidade, os resultados agradaram os participantes. No estado da Califórnia, por exemplo, as revisões de construtibilidade consideram preocupações com meio ambiente, problemas de tráfego, ruído e questões de poluição. Além de outros benefícios, reduções de tempo e custo são identificadas. Para aprimoramento da lista de checagem, solicitam-se comentários de empreiteiros, alunos e a participação do público. No Arizona, um estudo das revisões de construtibilidade relatou uma relação custo-benefício, ou seja, um retorno na poupança de 25 dólares para cada dólar gasto em revisão para a produção (TRB, 2004).

Campos (2002) apresentou em sua tese uma proposta para um Modelo de Gestão da Construtibilidade, pretendendo viabilizar a aplicação desse conceito em projetos de construção de edifícios ou escolas para o ensino superior público em Portugal. Através dos dados adquiridos num questionário, a autora identificou ferramentas para a aplicação de construtibilidade.

No questionário foi solicitado que o respondente fizesse uma reavaliação sobre o que pudesse ser melhorado em seus procedimentos, a partir da aplicação de procedimentos e ferramentas de construtibilidade na elaboração de projetos. Para a autora, a falta de coordenação e entendimento da informação de projeto, a falta de clareza e o pouco rigor técnico nos detalhes e especificações são algumas das considerações. A não adequação entre o projeto e as condições reais de terreno, o uso frequente de materiais fora do padrão e a baixa aceitação aos elementos pré-fabricados foram admitidos como as principais causas de atrasos no cumprimento de prazos e no aumento de custos dos projetos de construção. Campos (2002) recomendou a aplicação de uma lista de checagem das práticas de construtibilidade para orientar a revisão em cada fase de projeto.

ASCE (2005b) apresenta um modelo matricial para organizar as informações de construtibilidade, baseado nos detalhes do produto e executado de acordo com as fases do empreendimento. Esse modelo foi testado em diferentes projetos para avaliar sua aplicabilidade; um de seus objetivos é ser útil para revisões futuras, possibilitando assim que a equipe do empreendimento possa se orientar utilizando a

base de dados de construtibilidade para identificar quais questões devem ser abordadas em cada fase. Essa é uma característica importante, já que se trata de uma habilidade que os especialistas em construção levam anos para desenvolver.

A matriz de ASCE (2005b) foi estruturada para que as informações de construtibilidade sejam organizadas de acordo com o nível de detalhe do projeto, considerando os sistemas e subsistemas, componentes e elementos, além de características do canteiro a serem combinadas com as fases de projeto. Quando combinadas e sincronizadas, as informações para o modelo prevêem uma organização estruturada de orientação sobre características de construtibilidade e quando essas idéias devem ser consideradas no empreendimento (ASCE, 2005b). O modelo foi usado para identificar as necessidades de informação específicas para o progresso do projeto, e, portanto, pode ser utilizado para melhorar a qualidade da informação durante as fases do projeto.

Zin et al. (2006) pesquisaram a importância dos conceitos de construtibilidade aplicados às fases de projeto de obras rodoviárias na Malásia. Depois de uma ampla pesquisa, iniciada no desenvolvimento de sua tese, em 2004, Zin e seus coautores identificaram dezoito conceitos de construtibilidade. Através de respostas a um questionário todos os conceitos de construtibilidade foram considerados pelo menos moderadamente importantes do ponto de vista do contratante, do consultor e do cliente, e os conceitos estão em alta aplicação na visão dos profissionais do setor da construção no país.

Os requisitos de construção devem ser identificados, representados e incorporados ao programa de construção o mais cedo possível. Várias ferramentas de análise de função têm sido aceitas pela indústria da construção. Essas ferramentas, porém, são insuficientes para modelar os requisitos funcionais de construtibilidade e detectar conflitos no cronograma de prazo. Uma das principais razões é o fato das abordagens desenvolvidas focarem as funções finais, isto é, àquelas relacionadas à instalação concluída.

Song, Chua (2006) desenvolveram em seu trabalho o conceito de funções intermediárias para capturar os requisitos funcionais de construção sobre três perspectivas: função do usuário, função do construtor e as relações temporais e espaciais entre o usuário e o construtor. É seguida uma metodologia de modelagem para descrever as três perspectivas de progresso do produto, do processo, dos

recursos e das funções intermediárias. Com base no modelo proposto, as funções de tempo e de espaço podem ser obtidas e avaliadas para que a exequibilidade de um cronograma de construção possa ser avaliada. O estudo também sugere que o estado inativo de algumas fases de um componente que não sejam explicitamente representadas no cronograma de prazos deve ser cuidadosamente avaliado. Isso para garantir que as funções intermediárias estejam disponíveis quando necessárias.

Devido às questões de construtibilidade serem amplamente reconhecidas na indústria da construção, e em busca de um auxílio do que deve ser feito para adicionar a construtibilidade no empreendimento, é que o *Institution of Professional Engineers New Zealand Incorporated* (IPENZ) elaborou um documento, fornecendo sugestões práticas e uma metodologia para a realização de revisões de construtibilidade em projetos de todos os tipos e tamanhos (IPENZ, 2008).

Esse documento contém uma matriz de avaliação e análise de construtibilidade, dividida em quatro partes e sete seções (IPENZ, 2008). As quatro partes tratam da revisão de construtibilidade, ferramentas para análise, garantia de qualidade e relatórios de revisão. As sete seções são: reunião com cliente, projeto, verificação no canteiro, desenhos e planos, leiaute e escopo, cronogramas e especificações de desempenho. Uma revisão de construtibilidade compreende a revisão e a análise da documentação, adequando a atividade à tarefa em questão, a análise do sequenciamento lógico das atividades e programação e da complexidade dos elementos do projeto. Pôde-se concluir que a equipe de projeto deve chegar a um consenso para incorporar as adaptações de construtibilidade ao empreendimento.

Nielsen et al. (2009) incluíram em seu trabalho o estudo da literatura e do desenvolvimento de uma perspectiva técnico-probabilística para o processo de construção. A redefinição do conceito de construtibilidade foi focada nos defeitos, como necessidade de se tornar um instrumento eficaz na solução de problemas.

Com base nas últimas pesquisas feitas sobre o conceito de construtibilidade na Malásia, no trabalho de Saghatforoush et al. (2009) são definidas as Atividades Críticas de Construtibilidade (ACC) de acordo com a participação de construtores em cada atividade e da diferença entre os efeitos reais e potenciais de cada um em

alcançar os objetivos globais dos empreendimentos de construção, com menos custo, mais economia de tempo e qualidade.

A preparação das estimativas de cronograma e orçamento, o estudo do método de construção, a revisão de questões de construtibilidade, a realização de estudos especiais e a elaboração de meios para monitorar a melhoria da construtibilidade, são algumas das ACC. Também se considera necessário projetar para evitar a necessidade de mudanças fazendo a análise do leiaute do canteiro, observando seus acessos para beneficiar a produtividade. O planejamento da sequência lógica das atividades em canteiro, a utilização de ferramentas manuais que reduzam movimentos desnecessários e aumentem a mobilidade também podem ser definidas como ACC (SAGHATFOROUSH et al., 2009).

Em análise sobre qual tipo de contratante exerce mais influencia sobre as atividades críticas de construtibilidade, 83% afirmaram que se trata de outros, isto é, não se trata nem do construtor principal nem do subempreiteiro. A respeito do tipo de empreendimentos, as ACC são mais identificadas em edifícios de habitação (73%). A pesquisa apontou uma grande diferença entre o percentual de construção residencial e os outros tipos de projetos. Os tipos de contratos que mais interferem nas Atividades Críticas de Construtibilidade são o tradicional e o denominado *turnkey*. A pesquisa de Saghatforoush et al. (2009) ajudou os interessados a descobrirem as barreiras de aplicação de construtibilidade, dando mais detalhes sobre as ACC nos diferentes tipos de empreendimentos.

2.2.3. Algumas contribuições nacionais sobre a aplicação de construtibilidade

O trabalho de Oliveira (1994) abordou algumas considerações sobre a necessidade um programa de construtibilidade que melhorasse a eficiência na construção da alvenaria estrutural. O autor definiu construtibilidade como “a ótima utilização da experiência e do conhecimento de construção e planejamento, engenharia, aquisições e operações de campo para alcançar os requisitos gerais para a construção concluída”.

No artigo de Oliveira (1994) foi apresentada uma classificação de fatores que afetam a construtibilidade. Dividido em cinco categorias, essa classificação foi

feita a partir de revisão da literatura. São elas: simplificação do projeto, padronização, sequência executiva e interdependência entre atividades, acessibilidade e espaços adequados para trabalho e comunicação entre projeto e obra.

O objetivo do autor era distribuir adequadamente os princípios de construtibilidade já mencionados por outros autores e apresentar uma listagem com indicações práticas para melhor utilização dos recursos construtivos.

Zanfalice (1996) identificou gastos reduzidos em diversas áreas, quando analisou a aplicação de alguns conceitos de construtibilidade para a construção de um edifício de apartamentos no estado de São Paulo. A alteração de alguns materiais e métodos construtivos foi responsável por grande parte da redução de custos do empreendimento. Algumas adaptações construtivas foram a utilização de fachadas pré-fabricadas, de paredes internas de gesso e a substituição do cimbramento de madeira pelo metálico.

Em trabalhos desenvolvidos por Brandão, Heineck (1998); Santos e Amaral (2001); Rodríguez, Heineck (2003); Saffaro et al. (2004); Araújo e Souza (2004); Oliveira, Graffunder (2004); Zulian, Krüger (2004); Silva, Guimarães (2006) e Rezende, Andery (2007) foi enfatizada a importância dos fatores de construtibilidade identificados na fase de projeto. Para a concepção de projetos foi preciso levar em consideração as necessidades do usuário e da produção. Dentro desse conceito foram apresentadas soluções de organização prévia do leiaute arquitetônico, que incorporaram versatilidade ao projeto garantindo características de construtibilidade ao processo de execução (BRANDÃO, HEINECK, 1998).

Lana, Andery (2001) analisaram as práticas do mercado da construção civil para os processos de projetos. Os autores puderam-se perceber diferenças entre os conhecimentos já adquiridos sobre gestão, enfatizando conceitos que integram projeto e produção e engenharia simultânea. Notou-se que mesmo as empresas que querem aplicar esses conceitos nas práticas de projeto se depararam com a falta de conhecimento dos profissionais, cuja cultura segmentou a cadeia de produção e separou o projeto de sua execução. O trabalho dos autores foi apresentar a idéia de que para efetivar a mudança cultural seria necessário repensar a formação de arquitetos e engenheiros. Para isso, foram analisados aspectos da formação dos

estudantes e relatadas as experiências de um projeto de aprimoramento discente desenvolvido na UFMG.

O projeto dos autores supracitados, cujo nome era “Integração projeto – produção na construção civil: a cadeia produtiva de uma edificação e o papel do engenheiro civil como um dos seus agentes intervenientes”, teve o objetivo de permitir que os alunos nele envolvidos vivenciassem uma visão integrada da cadeia de produção de uma edificação, focalizando as principais interfaces entre as diferentes atividades desta cadeia e o papel do engenheiro civil.

Um dos grandes benefícios do projeto foi o aumento da interação entre os docentes, que começam a enxergar as inter-relações entre materiais, projeto e execução na cadeia de produção. Como fruto das reuniões de trabalho e dos contatos informais estabelecidos, esses docentes viram a necessidade de adaptarem os conteúdos programáticos de cada disciplina. O objetivo era a integração entre projeto e produção, e para isso alguns ajustes foram providenciados (LANA, ANDERY, 2001).

A criação de projetos para fases específicas da obra é um fator que contribui para a utilização ótima dos recursos (SANTOS, AMARAL, 2001). Para atingir o máximo de vantagens do processo construtivo faz-se necessário o detalhamento do projeto. No trabalho de Zulian, Krüger (2004), no qual foram analisados perfis de terrenos, foi concluído que um projeto mais bem detalhado leva à precisão na previsão e na discriminação dos custos e origina facilidades construtivas durante o andamento da obra. Os autores também comentam a importância da revisão de conceitos sobre projetos e produção, e ainda a importante e necessária interação entre ambos. Para Rodríguez, Heineck (2003) a aplicação da construtibilidade no processo de projeto faz parte da gestão e deveria ser encorajada pelos participantes comprometidos com a racionalização e melhoria do desempenho do processo global dos empreendimentos.

O trabalho de Zulian (2003) enfoca a necessidade de fatores de construtibilidade nos serviços iniciais das obras, salientando sua importância durante as fases de planejamento e elaboração de projetos. O mesmo autor afirma que a preocupação com a construtibilidade deve acontecer por etapas da obra, analisando o projeto e a sua interação com as fases distintas de execução. Portanto, é preciso que a obra forneça ao projeto as suas reais necessidades, alimentando assim os

escritórios de projetos com informações importantes e que possibilitem como resultado um projeto que leve em conta a construtibilidade. A solução mencionada pelo autor é que os projetistas frequentem mais os canteiros de obras, independentemente das visitas que obrigatoriamente fazem ao local, quando são chamados para esclarecer dúvidas com relação ao seu projeto.

Araújo e Souza (2004) puderam levantar em canteiro um conjunto de expectativas, propostas pelo mestre de obras, pelos encarregados e armadores, para orientar os projetistas estruturais a aumentarem a construtibilidade dos projetos de detalhamento das armaduras. De uma maneira mais abrangente e com a mesma intenção de Araújo e Souza (2004), os autores Oliveira e Graffunder (2004) questionaram o mestre de obras e o engenheiro residente sobre as melhorias que aconteceram e os problemas ainda existentes nos projetos, quando da sua utilização durante a fase de construção. Os autores puderam concluir que houve uma significativa evolução quanto ao atendimento das necessidades de projeto entre os agentes da obra. No entanto, ainda apontam a necessidade de atenção para o aprimoramento da compatibilização entre projetos, da aplicação sistêmica da racionalização construtiva e da inserção da construtibilidade como facilitadora do sistema construtivo. Ao mesmo tempo, os autores percebem nichos de mercado, carência de divulgação e características culturais sobre as vantagens do uso de projetos para produção.

A contribuição do trabalho de Saffaro et al. (2004) foi a proposta da classificação para as decisões voltadas à melhoria da construtibilidade, a partir de soluções adotadas em canteiros:

- acessibilidade de trabalhadores: espaços adequados para trabalho;
- acessibilidade de materiais e equipamentos;
- adequação: escolha adequada de materiais no local de aplicação, buscando reduzir a variedade e assegurando a disponibilidade;
- coordenação volumétrica, evitando recortes e superfícies curvas, favorecendo a definição clara de pacotes de trabalho;
- embutimentos: evitar quando possível o embutimento de elementos;

- sequenciamento de atividades: planejar para a interdependência entre atividades;
- manutenibilidade: facilidade de manutenção na fase de uso;
- operação e uso: atendimento aos aspectos funcionais da edificação.

No trabalho de Silva e Guimarães (2006) foram propostos métodos e diretrizes no contexto da racionalização e da construtibilidade. Os autores afirmam que na literatura os princípios de construtibilidade são visualizados de maneira ampla, caracterizando-os como um processo de aprendizagem. Tal evidência pode ser uma das razões pelas quais os conceitos de construtibilidade são pouco explorados por profissionais ligados à construção civil. Foi identificado que as empresas têm dificuldade para interpretar e programar a construtibilidade no ciclo de vida do projeto, sendo necessário que este conceito seja aprofundado em estudos através de melhores práticas, na perspectiva de aumentar a produtividade e a eficiência do setor da edificação.

No trabalho de Corrêa, Andery (2006) foram verificadas as incompatibilidades mais frequentes nos projetos arquitetônicos e complementares de dez empreendimentos que utilizaram o sistema de racionalização de alvenaria. Grande parte das falhas e incompatibilidades que reduziram o potencial de racionalização dos projetos para a produção foi decorrente da contratação tardia dos projetos. Uma das diretrizes sugeridas foi a intervenção nos processos de projeto, para a melhoria do potencial de racionalização construtiva nos empreendimentos, dentro dos pressupostos da engenharia simultânea e da integração e cooperação multidisciplinar.

Em trabalho realizado por Bretas, Andery (2009) foi apresentado um modelo de coordenação de projeto, que foi dividido em três macrofases. Na primeira etapa verificavam-se o diagnóstico e a proposta técnica. A segunda etapa teve início com a licitação dos projetos. A terceira etapa propõe uma apresentação do projeto ao construtor, já que este não participou da etapa de projeto. Isso foi feito para detectar antes do início da obra problemas de construtibilidade, que são discutidos com os técnicos que participaram do processo de projeto. Foi proposto o registro das alterações de projeto e de suas causas, repassando os resultados aos projetistas que não participam da obra, como retroalimentação para novos projetos.

O trabalho de Amorim (2004) sugeriu uma metodologia de validação de projetos a partir das técnicas de revisão de construtibilidade. A metodologia proposta nesse trabalho relacionou e classificou os vetores componentes da construtibilidade, utilizando como ferramenta um diagrama de causa e efeito. O autor sugeriu um modelo teórico para a contextualização, através de uma matriz de relacionamento, contribuindo para a discussão desta característica da construção. No ano seguinte, Ribeiro e Amorim (2005) iniciaram o desenvolvimento de uma metodologia de validação de projetos, de acordo com o item 7.3.6 da norma ISO 9001:2000, baseada nos preceitos da análise de construtibilidade. Foi proposta a utilização dos fatores que afetam a construtibilidade, adaptados à realidade do setor da construção civil de edificações, em um modelo de análise dinâmica.

Na continuidade desse trabalho, Ribeiro (2005) efetuou uma pesquisa de campo desenvolvida em seis empresas construtoras do setor de edificações do Grande Rio certificadas tanto pela NBR ISO 9001:2000 quanto pelo PBQP-H. A construtibilidade foi abordada como teoria suporte da metodologia, ao se considerarem os impactos que as decisões de projeto causam na execução do empreendimento. Depois de aplicada a metodologia de avaliação da construtibilidade na validação de projetos, foi feita uma análise crítica de sua proposta. Com os resultados, foi elaborada a construção de um modelo de análise dinâmica para verificar o comportamento dos fatores perante o projeto com o objetivo de avaliá-lo e por fim validá-lo.

Santos (2000) analisou em seu trabalho os tipos de lajes existentes no mercado e suas adequações para uso em edificações de estrutura reticulada ou em alvenaria estrutural, por meio dos requisitos da construção enxuta e da construtibilidade. Com as informações coletadas a autora buscou determinar os detalhamentos necessários para a produção em canteiro e identificar as razões que dificultam a implementação destes detalhamentos projetados.

O artigo de Abramovicz e Ornstein (2004) foi elaborado em função da constatação de que grande parte das deficiências existentes nas edificações estava relacionada às falhas no ato de projetar, ou seja, vinculada à atividade do arquiteto. Desta forma, foram analisados instrumentos de decisão, seleção, avaliação e controle da qualidade, utilizados pelos profissionais da área. Os participantes escolhidos para sua pesquisa foram ex-alunos da FAU/USP, totalizando doze

entrevistados, sendo no mínimo dois por geração, desde a década de 1950 até a década de 1990.

Grande parte dos arquitetos entrevistados disse que a concepção de projeto é discutida na escola, mas não alcança as especificações, a busca por melhores detalhes e o aproveitamento adequado dos materiais. Segundo os entrevistados, o ensino é muito genérico em relação ao projeto e não entra em detalhes do que é verdadeiramente o campo profissional (ABRAMOVICZ, ORNSTEIN, 2004). De uma forma geral os arquitetos disseram ter tido contato com as questões de gestão da qualidade por meio de suas atuações profissionais, e ressaltaram a importância da agregação deste e de outros temas relacionados no currículo das universidades.

O trabalho de Areco, Novaes (2005) foi embasado em conceitos de construtibilidade e teve como objeto de estudo a Lei 8.666/93, analisada sob a ótica da contratação de projetos e obras. O objetivo do trabalho foi analisar os critérios contidos na lei e as consequências na qualidade final do produto edificado. A pesquisa de campo foi aplicada em instituição pública, localizada no município de Bauru, estado de São Paulo.

Os autores apontam que os resultados ficaram comprometidos com a aplicação dos critérios vigentes na referida lei de licitações, sobretudo quando foi considerado o distanciamento entre projeto e produção, em razão do desconhecimento sobre a empresa a ser contratada para a execução da obra, desvalorizando assim o processo de projeto. Os critérios definidos para licitação desconsideraram a integração entre projeto e produção, comprometendo tanto a qualidade das especificações e orçamentos quanto do produto final.

Rodrigues (2005) desenvolveu um trabalho com o intuito de integrar as interfaces de produto e produção, através do conceito de construtibilidade. A partir de dois estudos de caso realizados em Porto Alegre, foram propostas as seguintes diretrizes:

- adequação do projeto do produto às limitações impostas pela tecnologia construtiva disponível;
- análise crítica do projeto com apoio de indicadores;
- construção e avaliação de uma unidade modelo;

- desenvolvimento de mecanismos de aprendizagem em relação à construtibilidade.

Para avaliação dos níveis de construtibilidade do projeto do produto e do processo foi elaborada uma lista de checagem de boas práticas a serem desenvolvidas em obras repetitivas.

Rezende, Andery (2007) analisaram o projeto de um viaduto para identificar as ações e procedimentos adotados para melhoria das condições de construtibilidade. Os aspectos analisados e considerados essenciais para a melhoria de construtibilidade foram duas funções principais. A primeira é a função técnica, que no caso estudado englobou os parâmetros de projeto para compatibilização com o sistema construtivo. Em segundo lugar, a função gerencial, responsável por ações de quebra de paradigmas e resistências encontradas tanto no setor de projetos quando na execução. Os autores comentam algumas características, como a separação entre projeto e execução, o modelo de gestão conservador e o ineditismo de cada empreendimento, às quais é preciso ficar atento.

Um ano depois, os mesmos autores Rezende, Andery (2008) investigaram a percepção dos projetistas quanto ao ambiente de realização dos projetos. Foram feitas entrevistas e foram discutidos os aspectos da qualidade do projeto de obras de arte especiais.

Os projetistas mostraram que quanto à qualidade dos projetos o resultado foi razoável. Com relação à valorização dos projetos foi destacada a adequabilidade da remuneração dos projetos, porém mais da metade dos projetistas considerou sua remuneração inadequada. Mesmo assim, eles se mostraram, na questão da valorização do setor, mais preocupados em ter o prazo apropriado para a realização do trabalho e em entregar um produto diferenciado e com qualidade.

O método construtivo apareceu como um importante atributo da qualidade do projeto e os projetistas consideraram que a participação dos construtores na fase de desenvolvimento do projeto pode melhorar a qualidade do projeto como um todo. Resultado semelhante foi obtido quando o objeto de análise foi a incidência de erros e problemas durante a construção, ou seja, aspectos relativos à construtibilidade (REZENDE, ANDERY, 2008).

O trabalho de Sánchez, Andery (2008) teve o objetivo de identificar dependências entre as fases de desenvolvimento de projetos e a fase de obra. A pesquisa, de caráter qualitativo, foi realizada a partir da observação direta, na fase de implementação, fornecendo subsídios da relação entre projetos e obra. Os resultados apontaram para a necessidade da integração entre disciplinas, atividades gerenciais de ajuste entre disciplinas, ampliação de escopo de agentes de projeto e a realização de reuniões de pré-construção.

Os resultados das pesquisas mostram que ainda há muito que colocar em prática para a melhoria da elaboração de projetos no setor da construção. O caráter cultural enraizado nos profissionais, e por consequência nas empresas do setor, é um dos mais importantes motivos para a situação atual. É preciso desenvolver meios de modificar essa realidade, inclusive apontando os agentes responsáveis pela implementação da mudança.

2.2.4. Alguns agentes responsáveis por aplicar a construtibilidade

ASCE (1987b) já comentava que para melhorar a construtibilidade de uma obra é necessário o reconhecimento de algumas funções relacionadas ao projeto; essas funções são do proprietário, do projetista e do construtor do empreendimento.

Segundo o mesmo autor, o proprietário deve fazer cumprir os objetivos do projeto acompanhando a equipe e o custo-eficácia do mesmo. Cabe a ele se preocupar com a construtibilidade e com a tecnologia de concepção e construção. Esse enfoque tem o objetivo de melhorar o desempenho global.

O projetista tem o papel de produzir uma interface receptiva com a construção, o que inclui apresentar de forma gráfica o que vai ser executado, assim como estabelecer o prazo necessário, produzindo um projeto rentável e de fácil execução. O projetista deve fornecer apoio técnico para contratações e gestão da obra (ASCE, 1987b).

O papel do contratante, relacionado à melhoria da construtibilidade, requer o envolvimento precoce do pessoal altamente qualificado para a construção seguindo o planejamento, para que esses possam fornecer a base para as entradas de projeto

preparando-os para a construção, criando com isso uma interface dinâmica com o projeto (ASCE, 1987b).

Em ASCE (1986), conforme Figura 6, a seguir, é apresentada a maneira como as classificações para projetista e construtor podem ser vistas nos contextos do processo de projeto. O autor enfatiza a necessidade de comunicação entre o projetista e o construtor, a fim de melhorar a construtibilidade do projeto.

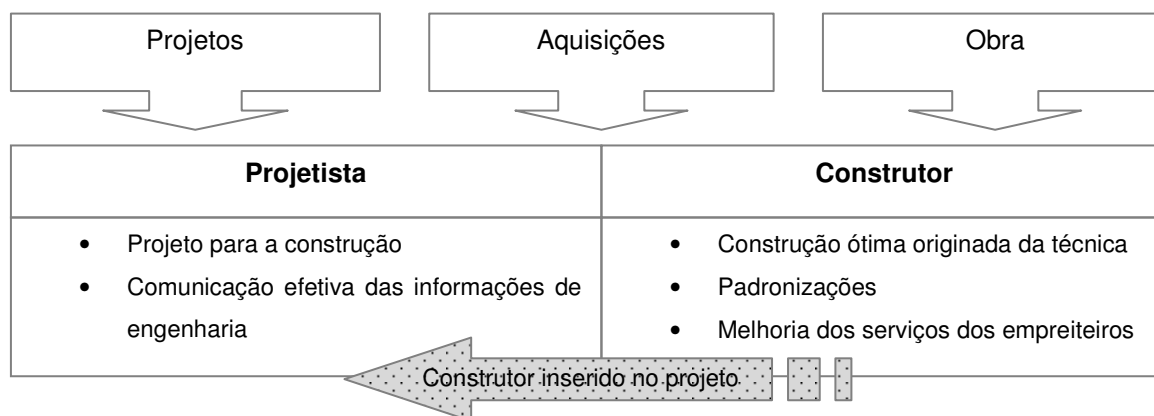


FIGURA 6 - CLASSIFICAÇÃO DAS ATIVIDADES PARA PROJETISTA E CONSTRUTOR PARA A MELHORIA DA CONSTRUTIBILIDADE NO EMPREENDIMENTO
FONTE: O' CONNOR e TUCKER (1986)

Os principais agentes de um empreendimento de edifício, de acordo com Melhado e Violani (1992), são: o empreendedor, aquele que é responsável pela geração do produto; os projetistas, aqueles que atuam na concepção e formalização do produto; o construtor, que é o responsável pela fabricação do produto; e o usuário, que assume a utilização e a manutenção do produto. Ainda relacionados aos agentes estão os investidores e os agentes financeiros, que são aqueles que disponibilizam os recursos necessários para financiar o empreendimento, os fornecedores de materiais e componentes e os subempreiteiros da obra, entre outros.

Para maior eficácia do processo de projeto, segundo Melhado e Agopyan (1995) as especialidades necessárias à formação da equipe de trabalho devem ser identificadas no início do empreendimento, sendo os profissionais especialistas contatados o quanto antes possível. Isso se dá em função da multidisciplinaridade do processo, que surge em decorrência da necessidade de criar uma orientação dos trabalhos de cada um dos especialistas, segundo um mesmo conjunto de diretrizes,

com a priorização das tarefas de acordo com os objetivos gerais do empreendimento e baseada em critérios voltados à qualidade.

Melhado (1999) afirma que a concepção do empreendimento está disseminada em diferentes fases e é exercida por diferentes agentes com formações, vivências e interesses distintos. As fases do empreendimento são desenvolvidas de maneira hierárquica e fragmentada, envolvendo a participação encadeada de diferentes agentes do processo de produção do edifício. Cada novo empreendimento de construção exige formulação e projeto próprios, já que não existem construções exatamente iguais; desta forma, a concepção e o projeto devem, a cada empreendimento, mobilizar múltiplas técnicas e agentes para a concepção e o desenvolvimento do empreendimento (FABRICIO, 2002).

Melhado (2001) afirma que sem o intercâmbio correto de informações entre os agentes durante a elaboração do projeto, este se torna mal definido e especificado, assim como mal resolvido, situações que levam a acréscimos de custos e de tempo de execução.

Para responder pelas etapas e funções de projeto são mobilizados diferentes agentes, que podem ser identificados como: o promotor, aquele responsável pela concepção do negócio e do programa; os projetistas de produto, que são os engenheiros e os arquitetos; e os agentes, que idealizam o processo de construção e que podem ser projetistas especializados em projeto para produção ou engenheiros e mestres de obras que desempenham esta função por falta de um melhor equacionamento do processo de projeto (FABRICIO, 2002). Assim, é possível que haja interferência durante o processo no que diz respeito aos interesses e diferentes interpretações que são desenvolvidas, deslocando muitas vezes o foco do atendimento das necessidades dos usuários. É possível que todo agente envolvido no processo de projeto influencie o projeto com seu ponto de vista; desta forma, o cliente obterá a soma destas intervenções, que muitas vezes são conflitantes.

Muitos agentes, como os fornecedores e subempreiteiros, não são considerados adequadamente no processo de projeto de muitos empreendimentos, embora desempenhem um papel importante no processo de produção. O promotor, partindo da identificação de uma demanda potencial, de uma necessidade particular própria ou de um cliente contratante, toma a decisão de iniciar o empreendimento,

monta o negócio, considerando as disponibilidades e restrições dos investidores e dos agentes financeiros, e inicia a formulação de um programa para o empreendimento (FABRICIO, 2002).

Para Rodriguez, Heineck, (2003), sob a ótica da construtibilidade devem ser desempenhadas algumas ações pelo coordenador do projeto, assim como pelos projetistas, quando inseridos num processo de gestão do processo de projeto. Esses agentes precisam se preocupar com a racionalização das soluções técnicas, com a racionalização do custo do trabalho e com a racionalização dos custos de operação e manutenção. O Quadro 4, a seguir, apresenta um comparativo que demonstra as funções que o coordenador e o projetista devem desempenhar no processo do projeto:

AÇÕES DO COORDENADOR DO PROJETO	AÇÕES DO PROJETISTA
Estabelecer junto ao proprietário os requisitos e planos globais de construtibilidade	Simplificar os detalhes de projeto para simplificar a execução
Informar aos demais participantes os requisitos de construtibilidade	Projetar para a habilidade e a experiência de mão de obra disponível
Analisar os resultados de desempenho em empreendimentos similares já executados	Projetar para sequências práticas e simples das operações de construção
Analisar as soluções alternativas de projeto junto aos projetistas e ao proprietário, distinguindo quais as características que fazem uma solução particular mais efetiva do que outra	Projetar para substituições e tolerâncias práticas dos materiais e componentes no local do trabalho
Identificar as restrições de projeto (custo, prazo, clima, materiais, componentes, mão de obra)	Projetar para padronizar e usar o número máximo de repetições quando apropriado
Identificar os níveis de complexidade dos diferentes sistemas prediais	Projetar para simplificar as substituições
Identificar as interfaces entre materiais e elementos construtivos	Projetar para uma fácil comunicação com o construtor
Identificar a complexidade da sequência de operações no canteiro para as tolerâncias a serem consideradas	-

QUADRO 4 - AÇÕES DOS AGENTES DO PROJETO PARA IMPLANTAÇÃO DA CONSTRUTIBILIDADE

FONTE: RODRIGUEZ e HEINECK (2003)

Segundo os mesmos autores, o coordenador de projetos é o profissional mais indicado para gerenciar a aplicação do conhecimento técnico e da experiência de execução durante o projeto, tanto em nível geral como de detalhamento. Essa afirmação mostra que é essencial a participação dos responsáveis pela execução na elaboração do projeto, para que se possa obter uma efetiva racionalização das soluções técnicas e um melhor desempenho das edificações.

Em estudo realizado por Pocock et al. (2006) foi analisado o grau de influência de alguns agentes relacionados à construtibilidade no empreendimento. Foram consideradas cinco fases de projeto e três agentes que exercem influência. Na fase de pré-planejamento do empreendimento o agente identificado com maior potencial de influência foi o construtor; para a concepção do projeto os projetistas foram considerados com maior grau de influência; na fase de detalhamento do projeto os proprietários foram os maiores influenciadores; os construtores foram identificados como os únicos influenciadores para realização das aquisições, assim como aqueles que mais influenciam na fase de execução da obra.

Para cada ação a ser definida, com relação ao processo de projeto, há a influência de agentes e de seus conhecimentos e práticas sobre o projeto e a construção. O mais importante é ter definido em qual momento cada agente terá maior poder de decisão, sinalizando assim a função de cada um para o desenvolvimento do projeto.

2.3. O PROCESSO DE PROJETO NO ESCRITÓRIO DE ARQUITETURA

No manual de contratação dos serviços de arquitetura e urbanismo (ASBEA, 2000) o conceito de escritório de arquitetura define-se como sendo, basicamente, uma empresa preparada, através de formação, treinamento e experiência de seus componentes, para coordenar toda a gama de serviços inerentes ao processo de edificação, além de ser legalmente habilitada a exercer essa função.

Segundo Bragaglia, et al. (2006) o escritório de arquitetura dispõe de equipe capacitada a traduzir, em um empreendimento de qualquer porte, as necessidades, as possibilidades e os requisitos daquele que o contratou. É também capaz de avaliar e responder com precisão às solicitações legais, formais e conceituais da sociedade que, em última análise, é o usuário e o destino daquela obra. A atuação do escritório de arquitetura se inicia antes mesmo da elaboração do projeto propriamente dito, com a assessoria ao cliente na detecção de suas necessidades e carências, desde a escolha do terreno apropriado ao fim específico ou na supervisão dos serviços preliminares de planejamento, durante a execução do projeto e coordenação dos projetos de engenharia que se fizerem necessários, como elétrico, estrutural, hidráulico, entre outros, e na assessoria e fiscalização da obra, ligadas ao planejamento e à construção.

O projeto é um dos principais elementos de geração de vantagem competitiva no segmento de edificações (OLIVEIRA, MELHADO, 2008). Em face disso, o ambiente organizacional onde ele é produzido, a empresa de projeto, tem que proporcionar as condições ideais para seu desenvolvimento. No entanto, segundo os mesmos autores, as empresas de projeto, sobretudo as de pequeno porte, apresentam algumas características particulares que limitam seu desempenho, tais como: recursos financeiros, humanos e tecnológicos escassos, alta dependência do grau de empreendedorismo e liderança de seus titulares, seus proprietários atuam tanto na gestão técnica como administrativa e, em geral, desconhecem as principais técnicas de gestão disponíveis.

2.3.1. Escritórios de arquitetura de pequeno porte

Em trabalho realizado por Grilo, Melhado (2002) e a partir de análise de estudos do ROYAL INSTITUTE OF BRITISH ARCHITECTS (RIBA) pôde-se identificar como fraco o desempenho das empresas de arquitetura no Reino Unido, na qual os arquitetos têm uma remuneração média inferior à de profissões similares (RIBA, 1992)²¹. Foi identificado que 30% dos arquitetos trabalhavam sozinhos ou com outra

²¹ *Royal Institute of British Architects. Strategic study for the profession. Phase 1. Strategic Overview. RIBA Publications, 1992.*

pessoa, 20% dos arquitetos atuavam sozinhos e tinham um segundo emprego (RIBA, 1993)²². Foi apontado o decréscimo da satisfação dos clientes dos escritórios de arquitetura à medida que o empreendimento evoluía e a percepção de sucesso dos arquitetos declinou ao longo do projeto.

A ASBEA, em carta divulgada no seu encontro regional em São Paulo, no ano de 2007, identificou o que chamou de gargalos ao exercício da profissão do arquiteto. Na época podia-se afirmar que o setor de projetos de arquitetura vinha enfrentando uma rápida expansão no mercado de trabalho. A Associação apontou os vários anos de pouco crescimento e a baixa remuneração como sendo as principais dificuldades dos arquitetos para atender ao cenário de crescimento. A ASBEA definiu como desafios o aumento do desenvolvimento de projetos mais sustentáveis, a resolução da questão da escassez de arquitetos qualificados, o aumento do número de horas necessárias ao desenvolvimento de projetos e a não contratação pelo menor preço. A ASBEA se comprometeu a ressaltar a importância dos projetos, mostrando os riscos da atividade e o valor que esta agrega aos empreendimentos, mostrando a importância em se contratar um profissional habilitado para o desempenho da função (ASBEA, 2009).

Porém, entende-se que o empenho dos próprios profissionais para a valorização e melhoria do setor depende muito mais de seus próprios esforços. Isso quer dizer que o arquiteto precisa aprimorar seus processos para garantir um bom produto.

O distanciamento entre o escritório de projeto e o perfil da produção, do desenvolvimento tecnológico e econômico que materializa suas decisões, foi identificado como responsável por desvincular as questões relevantes que definem os níveis de condição de existência de qualidade de vida da população, questões essas tidas como essenciais para o trabalho do projetista (JOBIM, 2001).

De acordo com Porter (1989)²³ apud Grilo, Melhado, (2002) a análise da estrutura competitiva do setor de projetos ilustra os desafios gerenciais, tecnológicos, organizacionais e estratégicos a serem enfrentados pelas empresas de

²² *Royal Institute of British Architects*. Strategic study for the profession. Phase 2. RIBA Publications, 1993.

²³ PORTER, Michael. *Vantagem Competitiva: Criando e Sustentando um Desempenho Superior*. Trad: Elizabeth Maria de Pinho Braga. Rio de Janeiro: Ed. Campus, 1989.

engenharia e arquitetura nos próximos anos: um desses desafios significa a intensa concorrência entre um elevado número de pequenas empresas. Para os mesmos autores a rentabilidade de um determinado setor industrial é resultado de sua estrutura competitiva e a obtenção de vantagens competitivas por uma empresa depende da definição de estratégias competitivas, como competição por preço, diferenciação e enfoque.

Segundo Grilo, Melhado (2002), a sobrevivência dos escritórios nos próximos anos demanda a antecipação das tendências e a conversão dos desafios impostos pelo ambiente competitivo em oportunidades de negócio. Apesar da limitada amplitude de investimento em pesquisa, desenvolvimento tecnológico e humano, as empresas de projeto devem se valer de sua pequena estrutura para oferecer produtos e serviços com rapidez de colocação no mercado, velocidade de resposta, alto contato com os clientes e elevado grau de flexibilidade e personalização. A obtenção de vantagens sustentadas e margens de lucro expressivas, mesmo em segmentos de difícil posicionamento estratégico, requerem a consideração, por parte das empresas de projeto, de um conjunto de aspectos:

- gerenciais: ajuste entre as dimensões estratégicas e o sistema de gestão da qualidade; gerentes de projeto atuando sob a direção do cliente; contratos como ferramentas de gestão do risco; formação de preços com base no valor agregado, permitindo recuperar o investimento em tecnologia;
- mercadológicos: identificação de nichos de mercado, prospecção de potenciais clientes, estabelecimento de redes de relacionamento, parcerias e alianças estratégicas com clientes, construtores e projetistas; desenvolvimento de oportunidades de negócios e produtos de prateleira;
- tecnológicos: uso intensivo de capital e investimento maciço em tecnologia; inovações facilitando a integração entre os membros da equipe do empreendimento e a participação crescente do cliente nas decisões acerca da concepção e do desenvolvimento do produto;

- organizacionais: estrutura organizacional compatível com o nicho de mercado e o tipo de clientela; adequação às formas particularizadas de contratação e organização dos empreendimentos.

Para Segura, Sakata e Riccio (2003)²⁴ apud Oliveira, Melhado (2008) as principais dificuldades encontradas pelas pequenas empresas são: informações financeiras inadequadas, falta de controle do inventário, gastos administrativos excessivos, volume de vendas insuficiente, problemas de marketing e vendas, política de preços inadequada ou defasada, falta de um sistema de controle de custos, mão de obra inadequadamente qualificada e chefias e gerências sem o adequado treinamento. Para Oliveira, Melhado (2008) as empresas de projeto, sobretudo as de pequeno porte, apresentam algumas características particulares que limitam seu desempenho: os escassos recursos financeiros, humanos e tecnológicos e a alta dependência do grau de empreendedorismo e liderança de seus donos, os quais também atuam tanto na gestão técnica como administrativa e, em geral, desconhecem as principais técnicas de gestão disponíveis, prejudicando o bom desenvolvimento dos negócios.

Segundo Schel (1995)²⁵ apud Oliveira, Melhado, (2008), as pequenas empresas, além de um pequeno número de empregados, possuem também as outras características, como: estrutura organizacional simples, poucos níveis hierárquicos e grande concentração de autoridade; ocupam um espaço bem definido no mercado em que atuam; possuem flexibilidade de localidade, podendo se espalhar por todo o território nacional desempenhando importante papel na interiorização do desenvolvimento e possuem maior intensidade de trabalho. O mesmo autor afirma que a pequena empresa, por produzir em pequenas séries, tem a possibilidade de responder às oportunidades mais rapidamente e atender a mercados pequenos e especializados.

Em estudo realizado por Castells, Heineck (2001) foi verificada uma tendência de dividir a elaboração e o gerenciamento do processo de projeto em duas etapas separadas e independentes. Foi identificado o uso de metodologias de

²⁴ SEGURA, L. C.; SAKATA, M. C. G.; RICCIO, E. L. Planejamento estratégico e diferenciação em empresas de pequeno porte. In: 2º SEMINÁRIO USP DE CONTABILIDADE. São Paulo: FEA/USP, 2003.

²⁵ SCHEL, J. Guia para gerenciar pequenas empresas: como fazer a transição para uma gestão empreendedora. Rio de Janeiro: Campus, 1995.

gestão diferenciadas para uma e outra etapa, com objetivos e resultados esperados também diferentes e sob diferentes responsáveis; um dos arquitetos titulares do escritório de projeto, para a primeira etapa, e usualmente um membro da empresa construtora ou incorporadora contratante, para a segunda etapa. Afirma-se que a primeira é uma etapa centrada na elaboração qualitativa e também de desenvolvimento global ou estratégico, e a segunda está principalmente destinada ao desenvolvimento quantitativo, ou relacionada às atividades divisíveis.

É certa a afirmação de que as pequenas empresas desempenham um papel de grande importância no crescimento e na maturação de uma economia (OLIVEIRA, MELHADO, 2008). Também deve ser considerada expressiva a contribuição que essas empresas prestam ao gerarem oportunidades para o aproveitamento de uma grande parcela de força de trabalho e ao estímulo do desenvolvimento empresarial. Portanto, é importante o desenvolvimento de melhorias em sua estrutura, tanto no aspecto gerencial como nas técnicas de desenvolvimento de seus produtos.

2.3.2. Projetos em escritórios de arquitetura de pequeno porte

É importante considerar um aspecto fundamental no desenvolvimento dos projetos, que é a coerência com as reais condições da etapa de execução, principalmente no que diz respeito à facilidade de execução, assimilação e aprendizagem das técnicas propostas no projeto em relação aos grupos que irão executar os serviços (FRANCO, 1996). Segundo esse mesmo autor, o processo de elaboração do projeto deve prever o controle de execução, em cada uma de suas fases, bem como ao final de cada etapa o controle de recebimento. Este controle tem como objetivo garantir a qualidade do projeto, assegurando sua compatibilidade com as condicionantes e expectativas determinadas para o empreendimento.

Um projeto de arquitetura tem por objetivo a representação através de desenhos, da disposição dos elementos construtivos, tais como paredes, lajes, pisos, esquadrias, escadas, telhado e outros. A sua representação deve ser clara, de modo que outros possam entendê-la e interpretá-la mesmo não estando familiarizados com o projeto em si (ZULIAN, 2003).

O projeto de arquitetura constitui a fase inicial da configuração de uma edificação, no qual se lançam idéias básicas para a concepção e o desenvolvimento do produto esperado. Para entender melhor o projeto de arquitetura, é necessário conhecer as principais etapas que integram o seu conjunto de atividades, que podem ser definidas como: concepção, execução, coordenação e gerenciamento.

Para Zulian (2003), a tarefa do arquiteto e do engenheiro civil, além de projetar, é de orientar a construção. Para tanto, os projetos devem ser preparados de tal forma que mostrem cada detalhe da obra e todos os aspectos da forma e das dimensões de cada elemento da construção. Da mesma maneira, a execução da obra só pode ser iniciada depois de encerrada a análise e discussão do projeto arquitetônico com os demais projetos complementares, e suas respectivas aprovações finais.

2.4. MELHORIAS NOS PROCESSOS DE PROJETO E DA OBRA

Segundo Franco, Agopyan (1993), todas as soluções propostas no projeto, assim como as medidas de racionalização concebidas, devem passar por uma análise da construtibilidade e desempenho, pois o objetivo deve refletir uma realidade a se construir, constituindo-se em um excelente meio de prever e solucionar problemas. Um projeto só é bom e bem concebido se as soluções que contiver apresentarem-se adequadas à execução.

Em determinados ambientes produtivos, empresas de projeto e construção disputam mercados efetivamente competitivos, o que as motiva a adotarem procedimentos que lhes assegurem a necessária confiança quanto aos seus prazos e custos de produção. Dentre as ações empreendidas para a melhoria da qualidade do processo de projeto destacam-se a efetivação da interação entre projeto e produção, a ampliação do conjunto dos projetos elaborados e a adoção de instrumentos para controle e garantia da qualidade dos mesmos (NOVAES, 2002).

Para considerar a melhoria do processo de projeto deve-se comentar sobre a qualidade do projeto, a qual deve contemplar os seguintes componentes

(NOVAES, 1998): qualidade do programa; qualidade da solução; qualidade da apresentação; qualidade do processo de elaboração. Considerando-se que o projeto completo resulta da conjugação de profissionais com formações técnicas e experiências diversas, e por consequência com visões diferenciadas de seu próprio papel no desenvolvimento do processo, determinadas ações, conforme os autores Picchi (1993), Melhado (1997) e Novaes (1995), devem ser efetivadas para a melhoria da qualidade dos projetos:

- qualificação de profissionais de projeto;
- elaboração de projetos do produto e de projetos para produção, orientadas ao atendimento de:
 - exigências dos empreendimentos, relativas à adequação dos produtos às características socioeconômicas e culturais da parcela de mercado para a qual são dirigidos;
 - exigências de desempenho, determinantes da qualidade do produto final, para o que importa considerá-lo segundo as condições de exposição, durante o uso e a manutenção;
 - fatores da produção, para o que importa considerar os relacionamentos existentes entre o processo de projeto e os condicionantes das demais etapas dos processos de produção: planejamento, suprimentos e execução;
- coordenação de projetos;
- sistematização de informações e indicadores;
- emprego de recursos computacionais durante a elaboração de projetos;
- controle de modificações durante a produção (elaboração de projetos *as built*);
- retroalimentação de informações.

Uma equipe de pesquisa, criada na Universidade Politécnica de Hong Kong, teve o objetivo de identificar um melhor processo de entrega do projeto para construção. As questões analisadas diziam respeito a estratégias de aquisição,

concursos, interfaces no processo e racionalização do fluxo de informações. De acordo com a pesquisa de Chan et al., (1999), as questões indicadas como necessárias para o processo de entrega do projeto foram: o foco no cliente, o desempenho da organização, a comunicação, a abordagem de equipe e as estratégias de aquisição, respectivamente.

É comum que os escritórios de projetos de arquitetura entendam que problemas como o retrabalho sejam habituais e inerentes ao processo de projeto (BERTEZINI, 2006). No entanto, as falhas no processo que causam esses tipos de problemas colaboram para a baixa qualidade dos projetos e criam barreiras para a implementação de melhorias no processo de projeto. As empresas de projetos desenvolvem seus processos de projeto priorizando a conclusão de etapas, pois são cobradas pelas entregas e não pelo valor agregado ao projeto. Estas fases concluídas dão a impressão que o trabalho está avançando, o que nem sempre beneficia o projeto, isso porque a importância dada ao produto é muito maior que àquela dada ao processo de projeto (BERTEZINI, 2006).

É no aspecto de gestão do processo de projeto que ações de melhoria podem ser implementadas com maior eficácia, objetivando reduzir problemas nas construções, sejam estes pela escolha inadequada da solução ou pela ausência de uma gestão integrada capaz considerar o empreendimento como um todo, integrando projeto e execução (REZENDE, ANDERY, 2007).

O desafio atual é desenvolver o processo de projeto de forma a considerar a totalidade das questões envolvidas no ciclo de vida dos empreendimentos de construção e buscar modelos mais eficientes de organização do processo de projeto. Uma série de estudos e experimentos propuseram metodologias de coordenação de projetos envolvendo ações a serem implementadas tanto na maneira de desenvolver os projetos como em obras. Algumas propostas de melhorias para a construção civil discutiram formas de integrar projeto e produção através de procedimentos próprios.

Nos subitens seguintes é possível visualizar alguns conceitos desenvolvidos para beneficiar operações da construção civil. Foram apresentados sucintamente os conceitos de racionalização construtiva, fluxo de informação, qualidade de projeto, gerenciamento de projeto, engenharia simultânea e construção enxuta.

2.4.1. Racionalização construtiva

Para Franco (1996), a racionalização da construção é um conceito bastante abrangente, que extrapola a aplicação de medidas de otimização a todas as fases dos empreendimentos da construção civil. Por um lado, a racionalização pode passar pela mudança de todo o setor da construção, dependendo de ações institucionais como a adoção de normalização e padronização por todo setor. Por outro lado, este mesmo conceito pode ser visto de uma forma menos abrangente, com a otimização das atividades construtivas, aplicando-se os princípios de racionalização às técnicas e aos métodos construtivos, como forma de se alcançar um melhor resultado no desenvolvimento de empreendimentos específicos.

Segundo o mesmo autor, muitas medidas de racionalização construtiva se baseiam na aplicação de princípios que visam o aumento do nível organizacional dos empreendimentos. Estes se constituem em ferramentas básicas, que orientam as decisões em todo o processo de produção do edifício, que vai desde a concepção dos projetos ao planejamento e organização da execução. Dentre estes, podem ser destacados os seguintes princípios: construtibilidade, desempenho e garantia da qualidade.

Os autores Duarte e Salgado (2002) comentam que a racionalização da construção é um aspecto importante do projeto executivo, pois é capaz de otimizar o uso dos materiais, levando em conta suas dimensões, evitando desperdícios e adotando as melhores soluções de integração dos sistemas construtivos para evitar incompatibilidades.

Segundo Franco (1996) as definições do conceito de racionalização construtiva não podem ser encaradas somente como a melhoria ou alteração de determinados procedimentos construtivos. A racionalização de um empreendimento implica na aplicação dos princípios de racionalização de uma forma mais ampla; que abrange todos os recursos envolvidos, dos materiais aos tecnológicos e temporais, além de se aplicar a todas as fases, do planejamento e projeto à execução das obras.

Pode-se entender o processo racionalizado como àquele referente aos sistemas construtivos, sendo os projetos elaborados com maiores definições

técnicas do que no processo tradicional e sendo realizados, por exemplo, estudos detalhados dos projetos de instalações prediais (PEREIRA, 2005). A pré-fabricação de elementos, como, *kits* hidráulicos e elétricos feitos em usinas centrais ou canteiros de obras, e a introdução de novos produtos e serviços que impliquem na simplificação de determinadas atividades da obra podem ser identificados como características de racionalização.

Algumas características de racionalização que são vantajosas para o processo do empreendimento são: a adequação à grande disponibilidade de mão de obra, a flexibilidade diante das oscilações de demanda e passível de ser implementada nas pequenas e médias empresas, por não envolver grandes investimentos em capital fixo, e a adequação aos recursos locais, tanto tecnológicos quanto materiais (PEREIRA, 2005).

Em se tratando de projetos, a compatibilização pode se constituir num importante fator de melhoria da construtibilidade e de racionalização construtiva. Segundo Novaes (1998), a compatibilização tem a função da integração das soluções adotadas nos projetos do produto e nos projetos para produção, estrutura, instalações prediais, vedações, esquadrias, revestimentos, impermeabilização, contrapiso, entre outras, assim como nas especificações técnicas para a execução de cada subsistema.

A principal condição a ser imposta para a compatibilização de projetos diz respeito à necessidade de prévia elaboração dos projetos que a intensidade da racionalização construtiva introduzida ao processo construtivo exigir, os quais permitem completar a caracterização tecnológica dos elementos construtivos. No entanto, o detalhamento dos projetos exige o reconhecimento e a sistematização de informações referentes às particularidades do empreendimento e do processo construtivo empregado (NOVAES, 1998).

É possível considerar o processo racionalizado como aquele no qual parte do que deve ser realizado tem a possibilidade de sofrer racionalização. Essa racionalização é no sentido da redução de perdas, esforços e recursos de uma maneira geral, desde pessoais a financeiros. Então se pode considerar que racionalizar se trata de colocar em prática exatamente aquilo que é necessário para o desenvolvimento do processo, seja ele de projeto ou de construção do empreendimento.

2.4.2. Fluxo de informação

A informação é vista como o combustível do projeto (ZANFELICE, 1995). Para Peralta (2002), a complexidade do processo de projeto é proveniente também de questões relacionadas à troca de informações e ao planejamento do projeto, que usualmente é desenvolvido de forma insuficiente ou inadequada. As atividades principais de projeto de um empreendimento são a avaliação e o processamento de informações, além da comunicação das mesmas aos vários participantes (ZANFELICE, 1995).

O projeto e o desenvolvimento de uma edificação envolvem um grande número de pessoas, tomando decisões que terão impacto por vários anos. Estas decisões raramente são tomadas isoladamente, o que exige a transferência de muitas informações entre profissões, mas têm a desvantagem de que a comunicação é frequentemente informal e não documentada, tornando o gerenciamento da fase de projetos mais difícil (ZANFELICE, 1995).

O desempenho bem sucedido de empreendimentos multidisciplinares exige uma grande coordenação para assegurar que todos os participantes tenham conhecimento constante do estágio do empreendimento para eliminar erros e limitar as alterações.

O controle dos dados de informação durante o projeto deve ser efetuado tanto em empreendimentos ou empresas grandes como nos empreendimentos pequenos ou individuais (ZANFELICE, 1995). Um bom controle das informações requer identificação prévia, uma definição clara das responsabilidades e uma organização do fluxo de informações entre as interfaces, detalhando o meio de transmissão.

Para Peralta (2002), uma modelagem do processo poderia auxiliar na identificação do sequenciamento das tarefas que devem ocorrer ao longo do processo, descrevendo o seu conteúdo e as informações necessárias para o seu desenvolvimento, bem como aquelas produzidas em cada tarefa.

Para os autores Oliveira e Melhado (2008), projetar é gerar soluções exequíveis e economicamente viáveis a um problema proposto, para depois decidir de forma racional entre elas. Neste processo de tomada de decisão a disponibilidade

de informação de qualidade, no momento e na quantidade corretos, é fator decisivo para a produção de projetos que atendam às necessidades e expectativas dos clientes e usuários, e também aos objetivos estratégicos da própria empresa de projeto e do empreendimento imobiliário como um todo.

A chave para minimizar os problemas com a obtenção de informações nos escritórios de projeto é o desenvolvimento de um ininterrupto programa de conscientização em toda a empresa. É necessária a conscientização sobre a importância da geração e do controle de informações que leve em consideração o seu fluxo, em todas as suas formas, entre os diversos agentes que influenciam ou sofrem influência direta ou indireta do processo de projeto (OLIVEIRA, MELHADO, 2008).

O fluxo de informações pode ser mais eficiente quando forem estabelecidas as informações para o desenvolvimento de cada atividade, assim como os responsáveis por estas e as informações que devem ser produzidas. Para a melhoria do processo é preciso ter uma melhor compreensão e definição das necessidades dos clientes do projeto (PERALTA, 2002), sejam eles internos, como os projetistas; ou externos, como o cliente final ou os investidores.

2.4.3. Qualidade do projeto

Segundo Juran (1997), a qualidade pode ter várias definições. Seu conceito pode ser adaptado de acordo com as necessidades de cada setor ou empresa e utilizando um dialeto próprio. O autor cita duas definições como principais para o termo, sendo referentes: às características do produto, que quando consideradas as melhores aos olhos do cliente, o produto pode ser considerado como tendo muita qualidade; e à ausência de deficiências, isto é, quando menos deficiência melhor a qualidade do produto.

Juran (1997) definiu a trilogia da qualidade quando afirmou que a gerência da qualidade deveria ser feita utilizando três processos:

- planejamento da qualidade;
- controle da qualidade;

- melhoria da qualidade.

Para que se possa realizar o planejamento da qualidade é preciso definir as metas de qualidade que precisam ser alcançadas. A identificação e as necessidades dos clientes que farão uso do produto também devem ser identificadas. É preciso desenvolver as características do produto, assim como as definições de elaboração e controle do processo que engloba o produto a ser executado.

O intuito com o controle da qualidade é de avaliar o desempenho do processo fazendo com que sejam atingidas as metas definidas para a qualidade. Juran (1997) ainda classifica o melhoramento da qualidade, prevendo o aprimoramento desses processos, identificando as necessidades específicas para a melhoria e uma equipe responsável por colocá-la em prática.

A qualificação de produtos e processos na construção civil, o desempenho e a durabilidade de todas as soluções incorporadas ao projeto e especificações são pontos de partida para a obtenção da qualidade no projeto (PICCHI, AGOPYAN, 1993).

De acordo com pesquisa realizada por Andery et al. (2004), na cidade de Belo Horizonte, notou-se a crescente busca pela implantação de sistemas de gestão da qualidade por parte das empresas de projeto. Isso ocorreu em função das expectativas de melhoria gerencial nos processos internos de gestão e de projeto em si e na possibilidade de se obter um diferencial no mercado.

Silveira et al. (2002) afirmam que a não utilização de projetos para produção, além das falhas nas especificações que prejudicam o processo de aquisição dentro da obra, acabam por levar ao prejuízo a cadeia produtiva. Essas são consideradas causas de interferência no processo de melhoria da qualidade do setor da construção (GRILO et al., 2003; ROMANO et al., 2001; SILVEIRA et al., 2002; RIBEIRO, 2005).

Para Albuquerque Neto e Melhado (1998), é importante que as empresas procurem desenvolver ações para melhorar a qualidade do projeto enquanto produto, independentemente de certificação. Qualidade que, segundo Melhado (1994), significa:

- estreitar as relações entre as atividades de projeto e de planejamento do empreendimento, para adequada inicialização do processo do

empreendimento, utilizando de forma estratégica o projeto, considerando as necessidades de *marketing* coerentes com a qualidade do produto;

- relacionar as decisões de projeto a informações advindas do uso, da operação e da manutenção de produtos já entregues aos usuários, através de um processo de coleta de análises de informação, que pode provocar a retroalimentação e auxiliar a sistematização dos procedimentos de decisão em projeto;
- integração entre projeto e execução;
- tratar o projetista como um participante efetivo do ciclo da qualidade, estabelecendo procedimentos que norteiem de modo objetivo as relações cliente-fornecedor na contratação, no acompanhamento e no controle dos projetos, consideradas suas peculiaridades;
- compatibilizar as atividades de projeto e suprimentos, envolvendo as relações da empresa com fabricantes e distribuidores de materiais e componentes, para permitir o desenvolvimento de inovações tecnológicas, através da realização de trabalhos conjuntos, que podem então ser traduzidas em especificações e detalhamento adotados no projeto.

Albuquerque Neto e Melhado (1998) dizem que é inegável a possibilidade de melhorias provocadas por algumas normas na busca pela racionalização dos processos de elaboração de projetos; porém, a qualidade do produto, no caso o projeto, não é afetada substancialmente por elas, pois são normas de garantia de sistemas e não de produtos.

Então, a qualidade dos produtos que resultam dos escritórios de arquitetura deve ser pensada de maneira sistêmica, englobando a visão mais ampla da qualidade como satisfação dos clientes, e a busca da melhoria contínua do processo, proporcionando tanto aos clientes como aos fornecedores ganhos de eficiência no processo de produção. A certificação isoladamente não proporciona melhoria para a empresa; pode até ser um instrumento importante, porém o essencial é que a empresa conheça os fluxos de seus processos para organizar um sistema da qualidade ideal para sua realidade. É necessária a definição da estrutura

organizacional e dos recursos necessários para implementar a gestão da qualidade, qualquer que seja a metodologia utilizada.

De acordo com Melhado (1994), existem importantes obstáculos que limitam a qualidade dos projetos frente à produção de edifícios. Um deles é o trabalho não sistematizado e descoordenado das diversas equipes de projeto participantes de um empreendimento. O autor ainda comenta que a ausência de um projeto voltado à produção e a falta de padrões e procedimentos para a contratação de projetistas também podem ser obstáculos para a busca da qualidade. Numa classificação não menos importante que as anteriores, o autor cita a falta de coordenação e as falhas no fluxo de informações internas como prejudiciais ao processo de retroalimentação, que é tão importante para projetos futuros.

Peralta (2002) afirma que a preocupação com a qualidade mostra que novas tendências do setor apresentam potencial para a prática da gestão da qualidade baseada nas práticas adotadas pela indústria de manufatura. A utilização desta prática e a adoção de ações visando a gestão da qualidade eliminam retrabalhos e melhoram a eficácia do processo no seu sentido mais amplo, de forma a tornar realidade os requisitos da competição e do melhoramento contínuo da qualidade dos produtos.

Duarte e Salgado (2002) afirmam que a qualidade da solução proposta é consequência da análise dos intervenientes levantados na etapa anterior e envolve as necessidades dos usuários das edificações a serem construídas. A qualidade do projeto-produto, segundo Novaes (2001a) compreende a verificação da conformidade das soluções adotadas, compatibilizadas e analisadas criticamente, durante o processo de elaboração e coordenação de projetos.

Segundo os autores Duarte e Salgado (2002), para auxiliar na definição da solução a ser adotada para o empreendimento os arquitetos estão fazendo pesquisas de avaliação pós-ocupação, considerando a satisfação do cliente e usuário como medida de parâmetro da avaliação do desempenho do ambiente construído; assim a qualidade das soluções deve se relacionar com a satisfação do usuário.

Pode-se identificar a qualidade no projeto quanto à quantidade de informações expressas nas diferentes fases do projeto e sua forma de apresentação

ou representação gráfica. O projeto deve se expressar por si só ao construtor, e essa comunicação deve estar a mais isenta possível de dúvidas, para evitar os erros de execução que acabam gerando patologias na fase de utilização pelo usuário final da edificação. Segundo Duarte e Salgado (2002), a qualidade na representação gráfica é um dos fatores que define a facilidade do construtor em realizar a obra.

2.4.4. Gerenciamento de projeto

A ausência de sistematização nos procedimentos exige a geração de soluções para produto e produção, a cada nova edificação, pelo desconhecimento de soluções historicamente acumuladas pelos mesmos em produções anteriores. Novaes (1995) afirma que a ausência de diretrizes constitui a principal causa de dificuldades encontradas nos processos de coordenação de projetos.

Os aspectos econômicos e políticos, juntamente com a complexidade dos projetos, impõem novos desafios à gerência de projetos. Na economia a terceirização das atividades aumenta sensivelmente o número de pessoas e entidades envolvidas e impõe um esforço cada vez maior de gerenciamento para manter padrões mínimos de qualidade e para garantir os prazos (GÓMEZ, 2000).

Segundo o mesmo autor, a globalização permite que os participantes dos projetos desenvolvam as suas atividades em locais diferentes. Os órgãos governamentais, principalmente os ligados a questões ambientais, impõem restrições ao processo de engenharia, exigindo aprovações prévias dos projetos para permitir a sua execução. Este fator implica numa maior quantidade de informação a ser gerada e que deverá circular dentro do projeto.

Para a ABNT (2004), a NBR ISO 9000:2000 define um empreendimento como sendo um processo único, que consiste num conjunto de atividades coordenadas e controladas, com datas de início e conclusão, que é realizado para atingir um objetivo em conformidade com requisitos especificados, incluindo as limitações de tempo, custo e recursos.

Existem diversas terminologias e definições possíveis de gerenciamento de empreendimento (BRUEL, 2003). O termo empreendimento, para a construção civil,

quer dizer um conjunto de atividades que levam a atingir um objetivo específico, dispendioso, de alto risco, que deve ser executado dentro de um cronograma e de um orçamento definidos e de acordo com o nível de desempenho técnico esperado (CORREA NETO, 2000).

Uma obra pode ser um empreendimento para uma empresa construtora. Os estudos e projetos de engenharia desta obra podem ser um empreendimento para a empresa de projetos e consultoria que o elabora. Segundo Correa Neto (2000), tanto o projeto de engenharia como a obra podem ser partes de um empreendimento maior, que envolve ainda as etapas de financiamento e comercialização, o que significa que gerenciar um empreendimento é muito mais abrangente do que gerir somente a obra, tornando evidente a diferença entre o gerenciamento do empreendimento e o gerenciamento somente da construção.

Segundo o PMI (2004), o gerenciamento de um empreendimento é a aplicação de conhecimento, habilidades, ferramentas e técnicas em atividades do empreendimento, a fim de satisfazer ou exceder as necessidades e expectativas dos interessados e envolvidos no empreendimento. Pode-se ainda estabelecer o significado de gerenciamento de empreendimentos como a execução repetida das cinco atividades: planejar, organizar, integrar, medir e revisar (BRUEL, 2003).

Segundo Duarte e Salgado (2002), para coordenar da melhor maneira um projeto deve ser uma prática constante a realização de frequentes reuniões com os profissionais envolvidos e com o cliente, funcionando como guia do projeto e também como registro e histórico dos motivos pelos quais algumas decisões foram tomadas.

A gestão de projetos se caracteriza pelas atividades de planejamento, organização, direção e controle do processo, envolvendo a definição do programa, a montagem e condução da equipe de projetistas do empreendimento, bem como a integração do projeto com a obra. Neste contexto, segundo Fabrício (2002), torna-se necessária a adoção de novos modelos organizacionais, aptos a organizar o processo de projeto com o objetivo de democratizar o processo decisório e incrementar o caráter multidisciplinar das soluções formuladas.

Para Koskela et al. (1997), o gerenciamento de projetos e das atividades da obra é uma atividade negligenciada nos empreendimentos de construção, o que

resulta na substituição do planejamento e do controle pelos sequenciais improvisos no processo (Fabricio, Melhado (2001).

O gerenciamento do empreendimento é uma ferramenta importante que pode garantir o andamento dos processos de maneira regular, garantindo a qualidade estabelecida para o produto. A visão ampla do gerenciamento, sendo colocada em prática no empreendimento, pode definir uma boa construtibilidade na execução das atividades.

2.4.5. Engenharia Simultânea

Segundo Fabrício (2002), o conceito e a utilização sistemática da engenharia simultânea vêm de meados da década de 1980. A denominação *Concurrent Engineering* foi proposta e caracterizada primeiramente pelo *Institute for Defense Analysis*²⁶ (IDA) do governo norteamericano; segundo esse Instituto seu significado pode ser entendido como “uma abordagem sistêmica para integrar simultaneamente o projeto do produto e seus processos relacionados, incluindo manufatura e suporte”.

A engenharia simultânea teve sua motivação na tentativa das indústrias automobilística e eletroeletrônica norteamericanas de competir com seus concorrentes, principalmente os japoneses, que apresentavam grande crescimento na exportação de produtos (PERALTA, 2002).

Melhado (1999) propõe que a aplicação da engenharia simultânea na construção passe pelo estabelecimento da cooperação entre os agentes do projeto, tendo algumas interfaces sido identificadas para esse fim:

- a primeira interface é que se deve garantir a orientação do projeto às necessidades dos clientes e/ou usuários, iniciando a investigação das demandas do mercado, da população que se deseja atender e

²⁶ *Institute for Defense Analysis* (IDA) é uma corporação sem fins lucrativos para auxiliar o governo dos Estados Unidos da América na investigação e no desenvolvimento, a partir de conhecimentos científicos e técnicos, de questões relacionadas à segurança nacional.

completando-se a análise do desempenho do edifício visando subsidiar novos projetos;

- a segunda interface, denominada programa-projeto, visa estabelecer a colaboração entre a concepção do negócio e a especificação das necessidades com a criação e investigação do projeto do produto;
- a interface entre os projetistas de especialidades é a terceira e clássica, relacionada com a busca da efetiva coordenação na atuação dos projetistas e no desenvolvimento de diferentes disciplinas de projeto em paralelo;
- a quarta interface está relacionada à construtibilidade dos projetos e à elaboração de projetos para produção, que resolvam antecipadamente e de forma coerente com as especificações do produto os métodos construtivos dos subsistemas da obra;
- a quinta e última interface representa a necessidade de acompanhamento da obra e de elaboração do projeto *as built*, de forma a garantir a retroalimentação de futuros projetos.

Três vertentes de transformação para viabilizar a integração simultânea das etapas de elaboração dos edifícios são identificadas em Fabrício e Melhado (2001):

- a primeira se relaciona à necessidade de transformações na organização das atividades de projeto para permitir a coordenação precoce e o desenvolvimento em paralelo das diferentes especialidades de projeto e desenvolvimento de produto;
- a segunda vertente, que possibilita a realização da primeira, cria condições de superação das limitações contratuais e institui uma nova disposição de cooperação técnica entre os projetistas, construtores e promotores;
- A última vertente se relaciona à apropriação de tecnologia como ferramenta para facilitar a comunicação, sendo essa de maneira virtual, isto é, à distância; é criado um ambiente cognitivo para o processo de projeto.

Fabrício (2002) afirma que o primeiro ponto a ser destacado na engenharia simultânea é a valorização do projeto e de suas primeiras fases, considerando a concepção como fundamental para a qualidade do produto e para eficiência do processo produtivo. Atenção especial é dada para o desenvolvimento do processo de produção, por meio da seleção da tecnologia de produção, da realização de projetos para produção e do planejamento da produção. Esses fatores devem acontecer simultaneamente à concepção e ao projeto do produto, com a intenção de integrar as características e especificações do produto com o planejamento da produção e o sistema de produção da empresa.

Fernandes (2005) afirma o processo simultâneo é muito importante, pois pode ser modificado a tempo de evitar que falhas possam se perpetuar à medida que o desenvolvimento do projeto evolui. A mesma autora ainda afirma que os fluxos unilaterais e escassos de informações, proporcionados pela maneira sequencial de se desenvolver um projeto, traz o aumento de retrabalho e de custos, ao invés do compartilhamento simultâneo que possibilitaria o desenvolvimento integrado das tarefas.

Fabrício et al. (1999) definem projeto simultâneo como processos de projetos orientados ao desenvolvimento integrado de várias especialidades de projeto, com significativas repercussões na qualidade.

Para Fabrício e Melhado (2001), o conceito de projeto simultâneo deve ser entendido como uma adaptação da engenharia simultânea ao setor, que busca convergir no processo de projeto do edifício os interesses dos diversos agentes participantes do ciclo de vida do empreendimento. Para Melhado (1999) devem ser consideradas precoce e globalmente as repercussões das decisões de projeto na eficiência dos sistemas de produção e na qualidade dos produtos gerados, envolvendo aspectos como construtibilidade, habitabilidade, manutenibilidade e sustentabilidade das edificações.

Fabricio (2002) define em sua tese o projeto simultâneo como

“... o desenvolvimento integrado do empreendimento, envolvendo conjuntamente operação imobiliária, programa de necessidades, concepção arquitetônica e tecnológica do edifício e desenhos de projeto para produção. Todas as atividades devem ser realizadas a partir da colaboração dos agentes (promotor, construtor, projetistas, subempreiteiros e fornecedores de

materiais), de forma a orientar o projeto à qualidade ao longo do ciclo de produção e uso do empreendimento.”

A adoção do conceito de projeto simultâneo representa o avanço na forma de focar o desenvolvimento de produto na construção de edifícios, englobando no processo de projeto todas as facetas do ciclo de vida de um empreendimento imobiliário. As diretrizes para implementação do projeto simultâneo compõem um conjunto articulado de ações que, se aplicadas, possibilitam aprimorar o desempenho do processo de projeto e, conseqüentemente, a qualidade dos edifícios.

A forma como as fases do processo de projeto devem ser conduzidas traz implícita a idéia de simultaneidade entre projeto do produto e a produção, pois ambos são inter-relacionados entre si. As pequenas mudanças no projeto do produto podem resultar em grandes transformações no processo de produção e limitar as soluções técnicas dos projetistas do produto. A busca conjunta das necessidades relativas ao edifício e ao processo de execução pode resultar em melhoria da qualidade e competitividade.

2.4.6. Construção enxuta

Os princípios identificados por Koskela (1992), da teoria conhecida como Nova Filosofia de Produção, e aplicada à construção civil, têm como intenção reduzir e ou eliminar as atividades desnecessárias à construção.

A importância do gerenciamento para o projeto já foi comentada anteriormente. Juntamente com a falta de gerenciamento, pode-se afirmar que a ausência de diretrizes e acompanhamento também causa dificuldades nos processos de projetos. Mas é na obra que se identificam os problemas semeados durante o projeto, já que é no canteiro que se concretiza o que até então estaria sendo idealizado.

Para Koskela (2000), existem três conceitos necessários para a produção:

- o primeiro é a visão de transformação de matéria prima (entradas) em produtos (saídas), na qual o gerenciamento da produção equaliza a

decomposição total da transformação em transformações elementares por tarefas. buscando custo mínimo e eficiência máxima;

- o segundo conceito é referente ao fluxo na espera, inspeção e movimentação para o próximo estágio do processo; sabe-se que a variabilidade é um fator determinante para o comportamento do fluxo; a partir do gerenciamento da produção é possível reduzir esta variabilidade no fluxo; como os fluxos são atividades que não agregam valor ao produto, deve-se trabalhar para aperfeiçoá-los, reduzi-los e, quando desnecessários, eliminá-los;
- o terceiro conceito é a necessidade do cliente; para este conceito, o gerenciamento da produção deve traduzir as necessidades do cliente em forma de produtos ou serviços.

A construção enxuta tem por base a melhoria dos processos, seja na transformação, no fluxo ou no valor dos recursos de produção. Ela trabalha com toda a cadeia de produção da construção civil, uma vez que a etapa de concepção sozinha não pode resolver alguns problemas da construção (CORRÊA, 2006). Desta forma, é necessário que em todas as fases do projeto e da produção seja dado início à melhoria contínua no processo. O grande diferencial da Nova Filosofia da Produção em relação à produção convencional é que ela, segundo Koskela (1992), entende o sistema como um conjunto de atividades interligadas e interdependentes de conversão e de fluxo. Há uma preocupação que vai além da análise de um processo produtivo isolado do todo, através de sua habilidade em revelar problemas, pois somente através do seu conhecimento é possível resolvê-los.

A aplicação dessa filosofia é um importante instrumento para aumento da eficiência nos processos de produção. Em 1992, Koskela elaborou um conjunto de princípios para a melhoria de processos de fluxo que podem servir como uma diretriz de implementação. Os onze princípios básicos da construção enxuta são:

- redução de atividades que não agregam valor;
- melhorar o valor do produto através das considerações sistemáticas dos requisitos do cliente;
- reduzir variabilidade;

- reduzir o tempo de ciclo;
- simplificar e minimizar o número de passos e partes;
- melhorar a flexibilidade do produto;
- melhorar a transparência do processo;
- focar o controle do processo global;
- introduzir a melhoria contínua do processo;
- balancear as melhorias no fluxo com as melhorias das conversões;
- buscar referências de ponta (*benchmark*).

Womack, et al. (2004), falando sobre a produção enxuta afirmam que:

“... a produção enxuta é “enxuta” por utilizar menores quantidades de tudo em comparação com a produção em massa: metade do esforço dos operários na fábrica, metade do espaço para fabricação, metade do investimento em ferramentas, metade das horas de planejamento para desenvolver novos produtos em metade do tempo. Requer também bem menos da metade dos estoques atuais no local de fabricação, além de resultar em bem menos defeitos e produzir uma maior e sempre crescente variedade de produtos”.

A construção enxuta pode ser utilizada como filosofia para mobilizar o gerenciamento de empresas de construção. Essa filosofia pode ser considerada uma extensão da produção enxuta, pois busca da mesma forma maximizar o valor e eliminar o desperdício (BALLARD, HOWELL, 2004).

Ballard, Kim (2007) afirmam que uma filosofia fundamental de negócios consiste de ideais, princípios e métodos; a filosofia enxuta é uma jornada, não um destino. O ideal da filosofia enxuta é fornecer um produto que atenda aos requisitos pré-estabelecidos e que seja entregue no tempo certo, evitando desperdício. Este é um ideal que sempre está próximo de ser alcançado, mas que não é por completo, por isso a dedicação à melhoria contínua é frequentemente associada à filosofia enxuta. Os métodos e as ferramentas são o caminho para implementar os princípios. Esses princípios precisam ser interpretados para serem aplicados a cada nova situação, portando entende-se que esses métodos e ferramentas estão constantemente em adaptação, ou mesmo sendo reinventados, em função de diferentes aplicações. Os autores citam alguns tópicos de recomendações para se iniciar um caminho enxuto:

- criar um sentido de urgência para a mudança;
- proporcionar liderança consistente;
- estruturar avaliações e recompensas para encorajar comportamentos desejados;
- facilitar e treinar comportamentos colaborativos;
- desenvolver o seu próprio caminho, sua filosofia de fazer negócios;
- dar prioridade às ações *lean*, em vez de apenas entender a teoria;
- começar o trabalho com processos que possam ser controlados;
- adaptar conceitos e técnicas para a sua realidade, a fim de desenvolver competência e confiança;
- mudar a cultura da empresa, alterando práticas de gestão;
- consultar as lições aprendidas e relatar os progressos realizados;
- ter como objetivo estabilizar os sistemas de produção, tornando o trabalho de fluxo previsível.

As recomendações para implementar conceitos enxutos ao projeto vão variar de acordo com os indivíduos e com as circunstâncias detectadas, o que deve ser feito para isso é organizar o projeto em fases, pois as recomendações são diferentes a cada uma delas.

Maiores esforços de desenvolvimento na construção civil, como a industrialização, computador integrado à construção e automação têm de ser redefinidos para equilibrar a melhoria do fluxo e da conversão. Segundo Koskela (1992) a formalização da comunidade científica, com fundamentos sobre gestão da construção e engenharia, é a tarefa primária e longa a ser desenvolvida para a melhoria do processo do empreendimento.

É tarefa da academia desenvolver meios que possibilitem melhorias de processos para a construção civil. A construção enxuta é apresentada como uma filosofia que, quando entendida e colocada em prática, traz benefícios à elaboração das atividades na obra. Assim como a construção enxuta atua nas operações de campo, o fluxo de informação, o gerenciamento de projeto e a racionalização

construtiva possuem procedimentos que devem ser implementados em todas as fases do empreendimento para se alcançar a qualidade da edificação.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Este capítulo apresenta a descrição do método de pesquisa utilizado para a realização do trabalho. Inicialmente se caracteriza e se classifica o problema de pesquisa, em seguida explica-se o método adotado e o desenvolvimento da pesquisa e por último são apontados os participantes da pesquisa.

3.1. CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA E CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

A classificação desta pesquisa de acordo com o processo formal e sistemático de desenvolvimento do método científico está representada no Quadro 5, adiante. Quanto à natureza a pesquisa classifica-se como aplicada, pois é geradora de conhecimentos para aplicação prática dirigida à solução de problemas específicos.

A abordagem da pesquisa é qualitativa, pois, de acordo com Gil (1991) possui vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito. O pesquisador pode ser considerado um instrumento de caráter exploratório, já que admite familiaridade com o problema de maneira a torná-lo explícito. A pesquisa também envolve levantamento bibliográfico e o processo, juntamente com seu significado, são os focos principais de abordagem (GIL, 1991).

A pesquisa qualitativa focaliza a sua atenção nas causas das reações dos usuários da informação e na resolução do problema informacional; ela tende a aplicar um enfoque mais holístico do que o método quantitativo. Na pesquisa qualitativa se dá mais atenção aos aspectos subjetivos da experiência e do comportamento humano (BAPTISTA, CUNHA, 2007).

Foi necessário se aproximar do tema analisado, a partir da visão prática e do conhecimento acadêmico, para obter as respostas sobre a importância de alguns fatores de construtibilidade em benefício da execução da obra. Para essa aproximação foi imprescindível entrevistar aqueles que participam de experiências práticas com o problema analisado, isto é, os profissionais de escritórios de arquitetura. Assim como também foi necessário questionar os professores e pesquisadores da área de construção civil. Essa pesquisa ainda possui caráter exploratório e explicativo, pois visa identificar os fatores que determinam ou contribuem para a ocorrência dos fenômenos (Quadro 5).

CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA	
Quanto à natureza	Pesquisa aplicada
Quanto à abordagem	Qualitativa
Quanto aos objetivos	Caráter exploratório e explicativo
Quanto aos procedimentos técnicos	Estudo de caso

QUADRO 5 - CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA QUANTO À NATUREZA, À ABORDAGEM, AOS OBJETIVOS E AOS PROCEDIMENTOS TÉCNICOS

FONTE: A autora (2009)

O procedimento adotado para a elaboração desta pesquisa foi o estudo de caso, porque permitiu a análise de fenômenos em profundidade dentro do seu contexto. Esse procedimento foi adequado ao estudo de processos e explorou fenômenos com base em diversos ângulos. Desta forma, por meio deste método de análise, os objetivos e as questões do problema estabelecido puderam ser atendidos de forma satisfatória, dentro das limitações impostas.

Durante a realização deste trabalho foram investigadas soluções para o seguinte problema de pesquisa: Para que seja facilitada a execução da obra, quais fatores de construtibilidade devem constar nas atividades de projeto de pequenos empreendimentos em pequenos escritórios de arquitetura?

O primeiro passo foi buscar conhecer o significado de construtibilidade, assim como sua importância para a execução de um empreendimento, buscando na bibliografia quais eram os fatores que, agregados ao projeto do empreendimento, resultariam na melhoria da execução da obra. Através de ampla pesquisa foram

identificados quarenta e oito fatores de construtibilidade, citados por diversos autores, principalmente de âmbito internacional.

Foi necessário identificar a intensidade da influência dos fatores de construtibilidade aplicados pelos escritórios de arquitetura em seus projetos, e para isso foi elaborada uma matriz. Um arquiteto de cada escritório selecionado preencheu campos dessa matriz relacionando o grau de aplicação dos fatores de construtibilidade em cada fase de projeto do empreendimento. Com essa pesquisa foi possível identificar se e com que intensidade esse profissional tem incorporado características que beneficiam a execução da obra no projeto.

Alguns autores (Lynn, 1986²⁷; Haynes et al., 1995²⁸; Alexandre e Coluci, 2009) defendem que a validade de conteúdo consiste na avaliação do instrumento por especialistas, chamados neste trabalho de juízes. Com o intuito de selecionar os fatores de construtibilidade que mais afetam a construção da obra, foi solicitada a avaliação de juízes. Para a realização desse procedimento foi aplicado um questionário cujas respostas equivalem a um *sim* ou a um *não*, considerando o grau de classificação solicitado para determinação dos objetos.

Aos juízes, que são professores e pesquisadores da área de construção civil, cujo conhecimento no assunto é inerente à profissão, coube a seleção de doze fatores de construtibilidade mais importantes em comparação com os demais, da lista de quarenta e oito fatores identificados a partir da literatura. O número doze foi escolhido por representar um quarto das questões elaboradas, com o intuito de direcionar a pesquisa para um padrão de resultados, para que fosse possível classificá-los como: *acima da média*, *na média* e *inferiores à média*, para discorrer sobre o resultado da pesquisa.

²⁷ Lynn M. R. Determination and quantification of content validity. **Nurs Res.** 1986. Disponível em: <http://www.abrasco.org.br/cienciaesaudecoletiva/>. Acesso em: 05/12/2009.

²⁸ Haynes, S. N., Richard, D. C. S., Kubany, E. S. Content validity in psychological assessment: A functional approach to concepts and methods. **Psychological Assessment**, 7 (3). 1995. p. 238-247.

3.2. DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

Neste capítulo demonstra-se como aconteceu o desenvolvimento das atividades da pesquisa. Nessa fase define-se o protocolo de coleta de dados, no qual se inserem a investigação preliminar, o critério de seleção da amostra e o instrumento de coleta de dados.

Para este trabalho, a primeira etapa do estudo de caso teve caráter de investigação preliminar para preparação do protocolo de coleta de dados e familiarização com o problema de pesquisa. Com o resultado das atividades de investigação preliminar foi possível chegar ao estabelecimento dos critérios de seleção de amostra dos escritórios de arquitetura a serem estudados e à determinação de quais instrumentos seriam necessários para a coleta de dados.

As principais atividades desenvolvidas no protocolo de coleta de dados estão apresentadas na Figura 7, a seguir. Nos subitens seguintes estão explicadas as etapas de realização da coleta de dados.

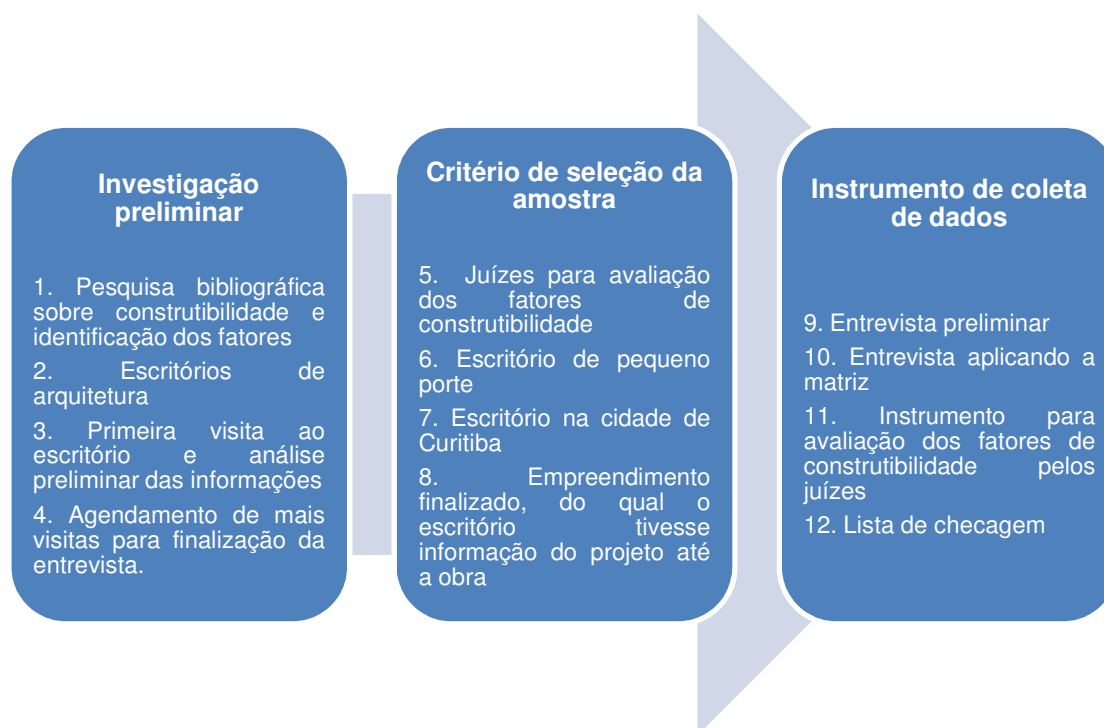


FIGURA 7 - ATIVIDADES QUE COMPÕEM O PROTOCOLO DA COLETA DE DADOS

FONTE: A autora (2009)

3.2.1. Investigação preliminar

1. Pesquisa bibliográfica sobre construtibilidade e identificação dos fatores: juntamente com o andamento das primeiras etapas deste estudo começou a ser realizada a revisão da literatura sobre construtibilidade. Grande parte do material encontrado foi de autores internacionais, como já foi observado no Capítulo 2. Este tema começou a ser discutido internacionalmente ainda na década de 1970.
2. Seleção dos escritórios de arquitetura: etapa na qual foram realizados os contatos via correio eletrônico e telefone, para identificar os escritórios de arquitetura que tinham interesse e disponibilidade para participar da pesquisa.
3. Primeira visita ao escritório e análise preliminar das informações e documentos coletados: depois do primeiro contato foi agendada a primeira visita ao escritório, com o intuito de identificar se esse se encaixava no perfil para análise. Na primeira conversa foram feitos os primeiros questionamentos sobre sua atuação no mercado, seu organograma e se havia um projeto que pudesse ser avaliado. Foi importante identificar o interesse do arquiteto proprietário na abertura do escritório e dos dados e na colaboração com a pesquisa científica. De maneira superficial foi observado como ocorre a distribuição das atividades entre os integrantes do escritório, além do fluxo das informações entre os mesmos. Foi aplicado um breve questionário para identificar a caracterização do escritório e do projeto escolhido para a análise. Nesta mesma etapa foi dado início à entrevista com a utilização da matriz.
4. Agendamento de visitas para finalizar a coleta de informações: foram agendadas mais visitas aos escritórios para finalizar a entrevista com a matriz. Todos os empreendimentos analisados tiveram a atuação dos profissionais do escritório desde a concepção do projeto até o acompanhamento da obra.

3.2.2. Critério de seleção da amostra

5. Identificação de juízes para avaliação dos fatores de construtibilidade: os juízes são profissionais liberais e professores universitários, engenheiros civis e arquitetos, selecionados para avaliar os fatores de construtibilidade identificados na literatura.
6. Escritório de pequeno porte: o interesse em analisar o desenvolvimento do processo de projeto em um específico nicho do mercado se manifestou porque grande parte dos profissionais de engenharia, e principalmente de arquitetura, vivem essa realidade. Os profissionais do pequeno escritório de arquitetura muitas vezes têm dificuldades em elaborar e gerenciar os processos de seus projetos de maneira eficaz. A aproximação com esses profissionais e a análise de suas práticas fez-se necessária para verificar em que fases de projeto foram aplicados os fatores de construtibilidade, assim como identificar as considerações dos profissionais com relação ao empreendimento.
7. Escritório na cidade de Curitiba: pela intenção, de acordo com o objetivo da pesquisa, de realizar entrevistas presenciais nos escritórios pesquisados, a busca pelos mesmos limitou-se à cidade da pesquisadora. Em função de se tratar de uma cidade de grande porte, essa limitação não se tratou de um problema. Ao contrário, se torna mais uma característica do trabalho a análise de escritórios com estruturas semelhantes e num mesmo mercado de atuação.
8. Empreendimento finalizado, do qual o escritório tivesse informações do projeto até a obra: os aspectos de construtibilidade podem ser aplicados a todas as fases do processo de projeto, e não somente ao projeto executivo, ou à execução das atividades na obra. Portanto, para uma melhor análise das características de construtibilidade, foi colocada como condição que o escritório apresentasse um projeto do qual pudessem ser respondidas questões que abrangessem informações desde a concepção até a obra finalizada. Assim, as informações do empreendimento como um todo deveriam ser de domínio do escritório analisado.

3.2.3. Instrumento de coleta de dados

A definição do instrumento de coleta de dados depende dos resultados que se pretende alcançar com a pesquisa e do universo a ser investigado. Foram utilizadas para esta pesquisa a entrevista preliminar, a entrevista com a matriz, a documentação e a lista de checagem.

O tratamento dos dados coletados foi organizado com o suporte de recursos computacionais para a elaboração de figuras e quadros. A análise foi realizada para atender aos objetivos da pesquisa.

9. Entrevista preliminar

As questões foram direcionadas por meio de entrevista, com o oferecimento de alternativas de respostas para os arquitetos respondentes.

A estrutura do questionário elaborado para a entrevista preliminar teve caráter exploratório, já que a intenção era identificar as características do escritório, desde o número de funcionários até a quantidade de serviço elaborado anualmente. Foi questionado sobre os documentos utilizados pelo escritório, se possuem documentos padrões e se armazenam as informações de alguma forma. Também foram questionadas algumas características de projeto, como por exemplo qual o tipo de serviços era mais comumente executado pelo escritório. O método construtivo definido para a execução do projeto escolhido para a análise e outras informações técnicas também foram solicitadas.

10. Entrevista com a matriz

A pergunta respondida pelos arquitetos nesta entrevista foi: “Qual foi o nível de aplicação, numa escala de 0 a 3, do fator de construtibilidade X na fase de projeto Y?” As intensidades relacionadas ao nível de aplicação são quatro e significam: 0 – desprezível; 1 – secundário; 2 – relevante; e 3 – essencial.

A partir desse questionamento o objetivo foi o de obter informações dos agentes que, dentro do escritório de arquitetura, trabalham no processo do projeto. Neste caso, a entrevista foi de caráter estruturado.

Alguns fatores não exercem, ou então exercem pouca influência em determinadas fases de projeto. Com os resultados observou-se quais fatores são colocados em prática com menor ou maior intensidade pelos escritórios.

A entrevista é considerada um instrumento de coleta de dados de grande relevância para a pesquisa qualitativa; ela pode ser não estruturada, semiestruturada e estruturada. Para essa pesquisa as perguntas da entrevista tiveram caráter estruturado, o que significa que o entrevistador fez os mesmos questionamentos a todos os entrevistados. As questões estavam no formato fechado, isto é, possuíam um número pré-determinado de respostas, a partir das quais o informante teve que fazer sua escolha. As vantagens da entrevista como instrumento de coleta de dados são: a captação das ações do entrevistado e a possibilidade que o entrevistado tem de que o entrevistador esclareça alguma pergunta ou terminologia não compreendida (BAPTISTA, CUNHA, 2007).

Nos métodos de entrevista, diferentemente do inquérito por questionário, há um contato direto entre o investigador e os seus respondentes. Esta troca permite que o respondente exprima as suas ideias, enquanto o investigador, através das suas perguntas, facilita a forma de expressão e não permite que os objetivos da investigação se percam.

O formato da matriz, elaborada no programa *Microsoft Excel*[®], está apresentado na Figura 8, adiante. A matriz está dividida em fatores de construtibilidade no eixo x e etapas do projeto no eixo y. São quarenta e oito os fatores de construtibilidade que foram encontrados na literatura e que compõem a matriz. As etapas de projeto utilizadas são as seis etapas definidas pela ASBEA (2000); essas seis etapas estão subdivididas em vinte e dois itens, que foram cruzados um por um com todos os fatores de construtibilidade.

PRINCÍPIOS DE CONSTRUTIBILIDADE X FASES DE PROJETO	Objetivos corporativos	Recursos disponíveis	Fatores externos	Programa	Metodologia de construção	Habilidades de equipe	Conhecimento de construção	Sustentabilidade	Participação do construtor no projeto	Equipe da construtibilidade
CONCEPÇÃO DO PRODUTO										
LEVANTAMENTO DE DADOS										
PROGRAMA DE NECESSIDADES										
ESTUDO DE VIABILIDADE										
DEFINIÇÃO DO PRODUTO										
ESTUDO PRELIMINAR										
ANTEPROJETO OU PRÉ-EXECUÇÃO										
PROJETO LEGAL										
IDENTIFICAÇÃO E SOLUÇÃO DE										
PROJETO BÁSICO										
PROJETO DE DETALHAMENTO DE										
PROJETO PARA A EXECUÇÃO										
PÓS-ENTREGA DO PROJETO										
Apresentação do projeto										

FIGURA 8 - PARTE DA MATRIZ DOS FATORES DE CONSTRUTIBILIDADE COM AS FASES DE PROJETO

FONTE: A autora (2009)

Para este estudo foram escolhidas as etapas de projeto do Manual de Escopo de Projetos e Serviços para a Indústria Imobiliária, da ASBEA, porque essas etapas foram elaboradas voltadas para as áreas dos projetos de arquitetura e urbanismo, integrados e compatibilizados com os projetos complementares. A matriz foi organizada baseada na cronologia com que as atividades acontecem durante a elaboração de um empreendimento de construção. Os fatores de construtibilidade são numerados (A1, A2, A3, ..., A48) seguindo a sequência das etapas de concepção, planejamento, execução e finalização de um empreendimento. As subetapas de projeto seguem a ordem lógica de seus acontecimentos (B1, B2, B3, ..., B22), exatamente como foram determinadas pela ASBEA (2000). As etapas de projeto da ASBEA (2000) que fazem parte da matriz estão apresentadas no Quadro 6 a seguir.

FASES DE PROJETO	ATIVIDADES DESEMPENHADAS PARA O PROJETO
Concepção do produto	Levantamento de dados, programa de necessidades, estudo de viabilidade
Definição do produto	Estudo preliminar, anteprojeto ou pré-execução, projeto legal
Identificação e solução de interfaces	Projeto básico
Projeto de detalhamento de especialidades	Projeto para a execução
Pós-entrega do projeto	Apresentação do projeto, esclarecimento de dúvidas, acompanhamento básico da obra, análise de soluções alternativas, visitas a fornecedores, compatibilização de especificações entre fornecedores, orientação técnica para propostas de fornecedores, adaptação e alterações de projeto, acompanhamento técnico da obra, preparação de material gráfico para manual do proprietário, preparação do manual do proprietário
Pós-entrega da obra	Avaliação da validação do processo de projeto, projeto <i>as built</i> , avaliação de ocupação e pós-ocupação

QUADRO 6 - ETAPAS DE PROJETO DO MANUAL DE ESCOPO DE PROJETOS DA ASBEA

FONTE: ASBEA (2000)

Para garantir o entendimento dos significados das fases de projetos, as definições de cada fase de acordo com a ASBEA (2000) foram acrescentadas à matriz. Porém, esses significados não aparecem na Figura 8, apresentada anteriormente, porque suas linhas foram ocultadas para reduzir e melhorar a visualização de parte da matriz. Os fatores de construtibilidade identificados na literatura estão apresentados no Quadro 7, a seguir.

FATORES DE CONSTRUTIBILIDADE	SIGNIFICADO DOS FATORES DE CONSTRUTIBILIDADE	AUTORES
Objetivos corporativos	Referem-se aos objetivos da corporação ou da empresa com relação ao empreendimento. A equipe designada ao empreendimento deve entender os objetivos do cliente e do empreendimento para benefícios de construtibilidade (CIIA apud MC GEORGE, et al, 2002).	CIIA (1992) apud McGeorge et al. (2002)
Recursos disponíveis	São os recursos que o escritório tem disponíveis para desenvolvimento das atividades necessárias ao empreendimento. Esses recursos são: tempo, financeiros, pessoal e de tecnologia. Para benefício da construtibilidade as soluções tecnológicas de projeto devem ser compatíveis com as habilidades da equipe e com os recursos disponíveis (CIIA apud MC GEORGE, et al, 2002). O projeto deve incluir a avaliação realista do nível de competências dos contratantes e especialistas disponíveis para o empreendimento (ADAMS, 1989 apud BEST, VALENCE, 2002), antes de iniciar os procedimentos de contratações e aquisições (CIRIA, 1983).	CIRIA (1983); Adams (1989) apud Best, Valence, (2002); CIIA (1992) apud McGeorge et al. (2002)

continua

FATORES DE CONSTRUTIBILIDADE	SIGNIFICADO DOS FATORES DE CONSTRUTIBILIDADE	AUTORES
Fatores externos	São aqueles que, mesmo não sendo inteiramente controlados pela empresa, estão parcialmente sob sua área de influência e caracterizam o ambiente competitivo que ela enfrenta diretamente, por exemplo: greve. Esses fatores são aqueles podem afetar o custo e/ou o programa do empreendimento (CIIA apud MC GEORGE, et al, 2002).	CIIA (1992) apud McGeorge et al. (2002)
Programa	O programa inclui organização e estratégia do empreendimento; cronogramas, orçamentos; procedimentos operacionais; planos de contratações e subcontratações; planos de aquisições; planos de construção e identificação de possíveis restrições que impeçam a finalização do empreendimento. Oliveira (1994) define o programa de construtibilidade como o melhoramento e a sistematização de aspectos relacionados à construção durante as fases de planejamento, projeto, contratação e construção; colocados em prática por profissionais experientes em obra e que fazem parte do projeto. O programa como um todo deve ser realista, adaptado à construção e deve ter o comprometimento de toda a equipe do projeto (CIIA, 1992 apud MC GEORGE, et al, 2002); também deve ser documentado no plano de execução (NIMA et al, 2002).	CIIA (1992) apud McGeorge et al. (2002); CII (1993) ²⁹ apud Campos (2002); ASCE (2001); Oliveira (1994); Nima et al. (2002)
Metodologia de construção	Trata-se da metodologia construtiva do projeto. Na concepção do projeto deve-se considerar uma metodologia de construção (CIIA, 1992 apud MC GEORGE, et al, 2002) que valorize a eficiência construtiva (CII, 1993 apud CAMPOS, 2002). O uso das novas tecnologias aumenta a eficiência da construção e a produtividade na execução das atividades (NIMA et al., 2002). Para que as operações em campo sejam executadas mais fácil e eficientemente, os métodos construtivos devem ser discutidos e analisados o mais cedo possível (NIMA et al, 2002). Os problemas de ajuste na interface entre diferentes produtos e materiais precisam ser resolvidos na fase de concepção (CIRIA, 1983).	CIRIA (1983); CIIA (1992) apud McGeorge et al. (2002); CII (1993) apud Campos (2002); NIMA et al. 2002
Habilidades de equipe	A experiência, a habilidade e a composição da equipe do empreendimento devem ser apropriadas para o mesmo (CIIA, 1992 apud MC GEORGE, et al, 2002). Deve-se incluir a assistência de consultores especializados (CIRIA, 1983) quando necessário.	CIRIA (1983); CIIA (1992) apud McGeorge et al. (2002)

continua

²⁹ CII (1993). Constructability implementation guide. Construction Industry Institute (CII). Special Publication 34-1, Austin, TX.

FATORES DE CONSTRUTIBILIDADE	SIGNIFICADO DOS FATORES DE CONSTRUTIBILIDADE	AUTORES
Conhecimento de construção	O planejamento do projeto deve envolver ativamente o conhecimento e a experiência na construção (CIIA, 1992 apud MC GEORGE, et al, 2002). Esses profissionais devem participar do planejamento inicial do projeto, para garantir que a interferência negativa entre o projeto e a construção possa ser evitada (NIMA et al, 2002).	ASCE (1986); CIIA (1992) apud McGeorge et al. (2002); CII (1993) apud Campos (2002); NIMA et al. 2002
Sustentabilidade	Deve-se pensar na sustentabilidade quando da escolha dos materiais e componentes a serem utilizados na construção (ZIN, 2004; RIBEIRO, 2005). Devem ser utilizados materiais renováveis, que, quando possível, reduzam a extração de recursos naturais e garantam o uso eficiente dos mesmos.	Ribeiro (2005); ZIN (2004)
Participação do construtor no projeto	Trata-se do envolvimento ativo do conhecimento e da experiência da construção no desenvolvimento do projeto do empreendimento (CII, 1987).	ASCE (1986); Wong et al. (2005); CII (1987)
Equipe construtibilidade da	Os participantes da equipe da construtibilidade devem ser identificados nas fases iniciais de projeto (CII, 1993 apud CAMPOS, 2002), o critério de escolha deve contemplar as habilidades e competências em relação à equipe, à comunicação e à capacidade de avaliar as interfaces entre projeto e construção, além de serem receptivos às novas ideias. Essa equipe deve incluir representantes do proprietário, do engenheiro e do empreiteiro. As questões de construtibilidade devem ser consideradas desde o início até o término do projeto (NIMA et al, 2002).	CII (1993) apud Campos (2002); NIMA et al. 2002
Estética	Para Griffith (1987), em benefício da construtibilidade é preciso se preocupar com qualidade, estética, tempo e custo em um projeto. Ribeiro (2005) afirma que a estética, que está relacionada à satisfação do cliente e do usuário, afeta a construtibilidade de um empreendimento.	Griffith (1987); Ribeiro (2005)
Adequação ao uso	Está relacionada à conformação adequada do empreendimento às necessidades de utilização do cliente e/ou usuário. Para Ribeiro (2005), a adequação ao uso também é um fator que pode afetar a construtibilidade de um empreendimento.	Ribeiro (2005)
Uso da tecnologia de informação (TI) durante o empreendimento	A utilização da TI pode auxiliar a superar problemas de fragmentação em funções especializadas, reforçando a construtibilidade (NIMA et al, 2002). As ferramentas de TI devem ser utilizadas para visualizar qualquer possibilidade de interferência física durante a construção (ZIN, 2004).	CII (1993) apud Campos (2002); NIMA et al. 2002; ZIN (2004)

continua

FATORES DE CONSTRUTIBILIDADE	SIGNIFICADO DOS FATORES DE CONSTRUTIBILIDADE	AUTORES
Projetos simplificados	É necessário simplificar os projetos, pensando em diminuir efeitos desnecessários na construção, assim como suas partes e passos (GRIFFITH, 1986; BOYCE, 1989). A simplificação do projeto é uma das principais formas de aumentar a construtibilidade (OLIVEIRA, 1994), pois proporciona economia e eficiência na construção (WONG et al., 2005).	Griffith (1986); ASCE (1987a); Oliveira (1994); NIMA et al. (2002); Boyce (1989); Wong et al. (2005)
Padronização	Consiste no uso de elementos que regularmente estão disponíveis para fornecimento no mercado, beneficiando o cronograma e os custos do empreendimento. Uma política de padronização deve ser desenvolvida (ASCE, 1986), para elementos de projeto e processos construtivos (Griffith, 1986). Deve-se priorizar a repetição e a padronização de elementos construtivos, de modo a reduzir o tempo de aprendizagem, a duração da construção, os custos e o risco de erro (Adams, 1989 apud Best, Valence, 2002; CIRIA, 1983).	CIRIA (1983); Griffith (1986); ASCE (1986); Adams (1989) apud Best, Valence (2002); Oliveira (1994); Boyce (1989); CII (1993) apud Campos (2002); NIMA et al. (2002); Ribeiro (2005); Lam et al (2006)
Pré-fabricados	É o processo no qual o elemento é produzido fora do canteiro, sendo transportado e montado na obra. A opção pelo projeto com elementos pré-fabricados deve considerar a facilidade de fabricação, transporte e instalação (CII, 1993 apud CAMPOS, 2002). A sequência de montagem e as operações de acabamento, inclusive pensando na redução do número de retornos dos montadores ao canteiro, também devem ser levadas em consideração (CIRIA, 1983). Para esse tipo de projeto é preciso saber os limites de tolerância que são alcançáveis em condições locais (ADAMS, 1989 apud BEST, VALENCE, 2002).	CIRIA (1983); Adams (1989) apud Best, Valence (2002); ASCE (1991); CII (1993) apud Campos (2002); Ribeiro (2005)
Pré-moldados	É o processo cujo elemento pode ser executado ou não na obra. Para Nima et al. (2002), deve-se considerar a utilização do pré-moldado como elemento do projeto.	ASCE (1986); NIMA et al. (2002)
Modularização	O projeto modularizado é o processo no qual os elementos são divididos em módulos separados, isto é, que são autossuficientes. Devem ser projetados elementos modularizados no projeto, porém considerando a facilidade de fabricação, transporte e instalação (NIMA et al., 2002).	ASCE (1987a); CII (1993) apud Campos (2002); NIMA et al. (2002); Ribeiro (2005)

continua

FATORES DE CONSTRUTIBILIDADE	SIGNIFICADO DOS FATORES DE CONSTRUTIBILIDADE	AUTORES
Inovações construtivas	A utilização de técnicas inovadoras (CIIA, 1992 apud MC GEORGE, et al, 2002), novos métodos e ferramentas manuais pode reduzir a intensidade de trabalho e aumentar a mobilidade, a segurança e a acessibilidade, reforçando a construtibilidade (NIMA et al., 2002).	CIIA (1992) apud McGeorge et al. (2002); CII (1993) apud Campos (2002); NIMA et al. (2002);
Ótimas técnicas e processos construtivos	Nas fases iniciais do projeto deve-se analisar a opção pelos melhores processos construtivos (CII, 1993 apud CAMPOS, 2002) e a utilização de materiais adequados ao empreendimento (ADAMS, 1989 apud BEST, VALENCE, 2002). Devem-se introduzir métodos inovadores na utilização dos equipamentos ou na modificação dos equipamentos disponíveis, a fim de aumentar a produtividade (NIMA et al., 2002).	ASCE (1986); Adams (1989) apud Best, Valence (2002); CII (1993) apud Campos (2002); NIMA et al. 2002; Wong et al. (2005)
Projeto adaptado à construção	Fazer o projeto pensado e representado para a construção. A definição dos tempos de execução do projeto deve atender aos tempos de condução dos processos construtivos (CII, 1987) para facilitar a comunicação e a compreensão no local da obra (CIRIA, 1983 apud ZIN, 2004).	CIRIA (1983); ASCE (1986); CII (1987); NIMA et al. (2002); Wong et al. (2005)
Comunicação efetiva da engenharia	Devem-se aumentar os requisitos de comunicação entre a engenharia e a construção (OLIVEIRA, 1994) para reduzir a probabilidade de atrasos e problemas com material. As informações sobre o projeto devem ser planejadas e coordenadas para se adequarem ao processo de construção (ADAMS, 1989 apud BEST, VALENCE, 2002) e para facilitarem a comunicação e a compreensão no canteiro (LAM et al., 2006).	ASCE (1986); Oliveira (1994); Adams (1989) apud Best, Valence (2002); Lam et al. (2006)

continua

FATORES DE CONSTRUTIBILIDADE	SIGNIFICADO DOS FATORES DE CONSTRUTIBILIDADE	AUTORES
Especificações	A construtibilidade é reforçada quando para a eficiência da construção são consideradas especificações sobre o desenvolvimento do projeto (CIIA, 1992 apud MC GEORGE, et al, 2002). Os projetistas devem produzir detalhes simples, compatíveis com os requisitos gerais para a construção, a fim de alcançar a eficiência e evitar defeitos (ADAMS, 1989 APUD BEST, VALENCE, 2002; NIMA et al., 2002; BOYCE, 1994 apud ZIN, 2004).	ASCE (1987a); Adams (1989) apud Best, Valence (2002); CIIA (1992) apud McGeorge et al. (2002); CII (1993) apud Campos (2002); NIMA et al. 2002; Boyce (1989); Ribeiro (2005); Lam et al. (2006)
Condições climáticas adversas	Na concepção do projeto é preciso facilitar e aumentar a eficiência da construção em condições atmosféricas adversas (CII, 1986); considera-se a pré-montagem com essa intenção (NIMA et al., 2002).	CII (1986); ASCE (1987a); CII (1993) apud Campos (2002); NIMA et al. 2002; Ribeiro (2005)
Topografia e geologia do terreno	Devem-se levar em consideração os fatores, a topografia e a geologia do terreno, para a facilidade e o aumento da eficiência da construção (RIBEIRO, 2005).	Ribeiro (2005); Lam et al (2006)
Integração	A construtibilidade deve ser parte integrante do plano do empreendimento (CIIA, 1992 apud MC GEORGE, et al, 2002).	CIIA (1992) apud McGeorge et al. (2002)
Planejamento da construção	Faz parte do planejamento a definição de atividades, marcos, mudanças solicitadas, sequência, estimativa de recursos, folgas, caminho crítico e cronogramas, assim como seu controle. BOYCE, 1994 apud ZIN (2004) afirma que é preciso definir um calendário de projeto. O cronograma de construção deve ser discutido e desenvolvido antes da elaboração dos cronogramas de projetos e de aquisições (NIMA et al, 2002).	Boyce (1989); CII (1993) apud Campos (2002); NIMA et al. 2002
Plano de ajuste	Deve-se realizar o plano de ajuste do empreendimento sempre que necessário (ASCE, 1991).	ASCE (1991)
Disponibilidade e aquisição de equipamentos e materiais	Fazer análises para optar pelos melhores processos construtivos. É importante optar por materiais e equipamentos padronizados e de fácil aquisição no local de utilização (BOYCE, 1989).	Boyce (1989); ASCE (1991); Ribeiro (2005)

continua

FATORES DE CONSTRUTIBILIDADE	SIGNIFICADO DOS FATORES DE CONSTRUTIBILIDADE	AUTORES
Gerenciamento do empreendimento	Deve-se considerar a participação de elementos da equipe de projeto responsáveis pela construtibilidade no gerenciamento, embora esses agentes devam ser identificados nas fases iniciais do projeto. É necessário desenvolver uma política de gestão do empreendimento (ASCE, 1986).	ASCE (1986)
Estratégias contratuais, sistema de entrega do empreendimento	É necessário envolver a participação de agentes da construção para a definição das estratégias contratuais do empreendimento (CII, 1993 apud CAMPOS, 2002). É preciso documentar os bons contratos para que sejam considerados em ocasiões futuras, evitando que as contratações sejam acordadas apenas pelo menor custo (NIMA et al., 2002). Os métodos de construção também devem ser levados em consideração para a escolha do tipo e do número de contratos necessários (NIMA et al., 2002). As relações contratuais entre os participantes também se constituem como características de construtibilidade (CAMPOS, 2002); por conta disso é preciso considerar a gestão de contrato (RIBEIRO, 2005).	ASCE (1991); CII (1993) apud Campos (2002); NIMA et al. 2002; Campos (2002); Ribeiro (2005)
Gerenciamento de risco	Trata-se da investigação das condições locais e de circunstâncias suscetíveis a afetar o curso do empreendimento, com o intuito de evitar atrasos e alterações após a construção ter sido iniciada (ADAMS, 1989 apud BEST, VALENCE, 2002). Deve-se fazer o gerenciamento de risco do empreendimento, apontando os responsáveis por eles e as formas de solucionar, inclusive a responsabilidade financeira de quem vai controlar o risco.	Adams (1989) apud Best, Valence (2002); ASCE (1991); NIMA et al. (2002)
Pacote da construção	Deve-se definir o pacote da construção pela quantia de contratos que serão elaborados, de equipes para execução dos serviços e se haverá contratação por tipo de serviço separadamente (ASCE, 1991).	ASCE (1991)
Sequenciamento das atividades	A sequência de trabalho na concepção e na construção deve facilitar a rápida operacionalidade dos vários sistemas infraestruturais, de forma a permitir a realização de testes e ensaios. O método de construção deve incentivar a sequência mais eficaz das operações. Deve ser desenvolvido um plano para permitir que o trabalho seja realizado de maneira profissional, sem risco de danos aos elementos adjacentes acabados e com requisitos mínimos de proteção especial (CIRIA, 1983 apud ZIN, 2004; ADAMS, 1989 apud BEST, VALENCE, 2002; NIMA et al., 2002). Definir os elementos construtivos e operações, por meio da divisão do trabalho em sequência (GRIFFITH, 1986 apud OLIVEIRA, 1994) e a interdependência entre as atividades (OLIVEIRA, 1994) praticadas na obra.	CIRIA (1983); Griffith (1986); Oliveira (1994); Adams (1989) apud Best, Valence (2002); NIMA et al. 2002
Plano de trabalho	Definir o plano de trabalho. Possíveis custos com pessoal especializado para elaboração de serviços devem ser considerados, assim como deslocamento de serviços especializados para atendimento da obra (ASCE, 1991).	ASCE (1991)

continua

FATORES DE CONSTRUTIBILIDADE	SIGNIFICADO DOS FATORES DE CONSTRUTIBILIDADE	AUTORES
Acesso ao canteiro	Devem-se analisar os meios de transporte dos materiais, considerando o acesso no entorno do canteiro na fase do projeto (CIRIA, 1983 apud ZIN, 2004; ADAMS, 1989 apud BEST, VALENCE, 2002).	CIRIA (1983); ASCE (1991); Adams (1989) apud Best, Valence (2002); Ribeiro (2005); Lam et al (2006)
Leiaute do canteiro	O leiaute do canteiro contribui para a eficiência na construção quando o planejamento adequado do leiaute das instalações provisórias e permanentes contribui para a eficiência (NIMA et al., 2002) e a produtividade no canteiro. Considerar o que precisa ser armazenado em canteiro na fase do projeto (CIRIA, 1983 apud ZIN, 2004; ADAMS, 1989 apud BEST, VALENCE, 2002). O canteiro deve conter os serviços necessários para a realização da obra: água, luz, telefone, proteção contra incêndio, segurança, entre outros (RIBEIRO, 2005).	CIRIA (1983); ASCE (1991); Adams (1989) apud Best, Valence (2002); NIMA et al. 2002; Ribeiro (2005); Lam et al (2006)
Leiaute das estruturas	Para a definição do leiaute das estruturas é preciso haver a interação de um profissional experiente para definir aspectos que facilitem não só a construção do edifício, mas também a manutenção do mesmo, além de alterações posteriores. Para aumentar a construtibilidade é necessário considerar componentes e fixações fáceis de instalar (LAM et al, 2006).	ASCE (1991); Ribeiro (2005); Lam et al. (2006)
Gerenciamento da construção	O gerenciamento da construção deve proporcionar melhor leiaute do canteiro, maior disponibilidade de recursos no canteiro, maior eficácia da segurança do trabalho, melhor sequência de execução (RIBEIRO, 2005). O gerenciamento da construção deve possibilitar operações simples, permitindo que os processos da obra sejam concluídos de forma independente e sem interrupção (CIRIA, 1983 apud ZIN, 2004).	CIRIA (1983); ASCE (1991); Ribeiro (2005)
Gerenciamento da qualidade	Para o plano de gerenciamento da qualidade é preciso estar atento às normas de elaboração de projetos. Realizar visitas às instalações de fábricas de fornecedores e acompanhar os resultados de testes de materiais também são outras maneiras de gerenciar a qualidade (ASCE, 1991).	ASCE (1991); Ribeiro (2005); Wong et al. (2005)
Gerenciamento de materiais e equipamentos	O benefício de uma gestão adequada de materiais inclui a diminuição de espaço para armazenagem, redução de excedentes no final da obra e gasto reduzido com pessoal no controle de materiais (RIBEIRO, 2005). O leiaute do canteiro deve permitir a máxima utilização das instalações mecânicas para a circulação de materiais (CIRIA, 1983 apud ZIN, 2004; ADAMS, 1989 apud BEST, VALENCE, 2002).	CIRIA (1983); Adams (1989) apud Best, Valence (2002); ASCE (1991); Ribeiro (2005)

FATORES DE CONSTRUTIBILIDADE	SIGNIFICADO DOS FATORES DE CONSTRUTIBILIDADE	AUTORES
Segurança no canteiro	Para a segurança da obra devem ser verificados o número e a localização dos postos de guarda, vedações necessárias e o número de pessoas que irão trabalhar em turnos diferentes. O projeto deve ser organizado de modo a facilitar o trabalho seguro, principalmente em fundações e terraplanagem (ADAMS, 1989 apud BEST, VALENCE, 2002; LAM et al, 2006).	Adams (1989) apud Best, Valence (2002); ASCE (1991); Lam et al. (2006)
Segurança do trabalho	Para a segurança do trabalho levam-se em consideração os aspectos perigosos da operação. Quando materiais perigosos devem ser manuseados é necessário considerar os requisitos regulamentares. É preciso atentar para a segurança do trabalho, relacionada a tamanho e peso de materiais e componentes manuseados em edifícios altos (LAM et al., 2006).	ASCE (1991); Ribeiro (2005); Lam et al. (2006)
Facilidade de operações (operacionalidade)	É necessária a adequada disposição espacial de equipamentos e materiais para a eficiência da execução e manutenção da obra (CII, 1993 apud CAMPOS 2002). Devem-se utilizar equipamentos e ferramentas que minimizem a duração das atividades (NIMA et al., 2002). Prever a colocação da cobertura da edificação para o mais cedo possível, para que o trabalho pode ser realizado sem qualquer entrave devido às intempéries (CIRIA, 1983 apud ZIN, 2004; ADAMS, 1989 apud BEST, VALENCE, 2002).	CIRIA (1983); Adams (1989) apud Best, Valence (2002); ASCE (1991); CII, 1987; CII (1993) apud Campos (2002); NIMA et al. (2002); Ribeiro (2005); Wong e et al. (2005)
Facilidade de manutenção (manutenibilidade)	Fazer o projeto pensando na flexibilidade e na adaptabilidade de elementos. É necessário considerar o acesso para operações, manutenção e substituições. Promover a adequação da área de disposição espacial e implantação da construção para promoção da eficiência para manutenção (CII, 1993 apud CAMPOS 2002).	ASCE (1991); CII (1993) apud Campos (2002); Ribeiro (2005)
Melhorias em serviços subcontratados	Os construtores devem ser escolhidos estando comprometidos em atender à previsão da duração dos processos construtivos (CII, 1993 apud CAMPOS, 2002). Deve ser subcontratado aquele que fornecer identificação de materiais, transporte e garantia. É necessário atribuir responsabilidades aos subcontratados e considerar a disponibilidade e a qualificação dos profissionais para fazer a contratação.	ASCE (1986); CII (1993) apud Campos (2002); Ribeiro (2005)

continua

FATORES DE CONSTRUTIBILIDADE	SIGNIFICADO DOS FATORES DE CONSTRUTIBILIDADE	AUTORES
Facilidade de acesso para trabalhadores, materiais e instalações dentro do canteiro (acessibilidade)	Na concepção do projeto devem-se identificar maneiras de facilitar o acesso dos operários, do transporte e da movimentação de materiais e equipamentos na obra (NIMA et al., 2002). A construtibilidade será intensificada se a acessibilidade à construção for considerada no projeto e nas fases de execução do empreendimento (CIIA, 1992 apud MC GEORGE, et al, 2002). Promover a adequação da área de disposição espacial e implantação da construção para promoção da eficiência dos processos construtivos (CII, 1993 apud CAMPOS 2002). Promover acessibilidade para pessoas, materiais e equipamentos (Griffith, 1986 apud Oliveira, 1994). É preciso definir no leiaute do canteiro as passagens, os locais de armazenamento de materiais, a localização de equipamentos para montagens e a disposição de serviços temporários.	Griffith (1986); Oliveira (1994); ASCE (1987a); CIIA (1992) apud McGeorge et al. (2002); CII (1993) apud Campos (2002); NIMA et al. 2002; Ribeiro (2005)
Retroalimentação (feedback)	A construtibilidade pode ser aumentada em futuros empreendimentos similares, se uma análise de pós-construção for realizada pela equipe do empreendimento (CIIA, 1992 apud MC GEORGE, et al, 2002). A avaliação, a documentação e os comentários sobre as questões dos conceitos de construtibilidade devem ser mantidos durante todo o projeto para serem utilizados em projetos posteriores como lições aprendidas (NIMA et al., 2002).	CIIA (1992) apud McGeorge et al. (2002); NIMA et al. 2002

QUADRO 7 - FATORES DE CONSTRUTIBILIDADE IDENTIFICADOS NA REVISÃO DE LITERATURA

FONTE: A autora (2009)

Cada escritório respondeu às questões da entrevista com base na execução de apenas um empreendimento. Como premissa, foi solicitado que o projeto e a execução da obra tivessem sido elaborados e supervisionados pelo escritório, para garantir que os profissionais tivessem conhecimento de todas as etapas do empreendimento. Para a definição desse empreendimento foi solicitado aos arquitetos que escolhessem aquele que tivesse uma tipologia comum de ser executada pelo escritório, porque as respostas deveriam representar a realidade normalmente vivida pelos profissionais.

Os quatro escritórios responderam a respeito das decisões que tomaram para o projeto do empreendimento analisado; o procedimento era relacionar as vinte e duas subfases de projeto com os quarenta e oito fatores de construtibilidade. As entrevistas tiveram duração de cerca de duas horas por visita realizada aos escritórios. Em dois escritórios foram realizadas duas visitas e nos outros dois, três visitas para finalização da entrevista. Os temas abordados foram explicados um a

um aos respondentes para que não houvesse dúvida na decisão das respostas. Durante a entrevista foram citados exemplos e fornecidas algumas informações pelos escritórios, que contribuíram para o entendimento de suas decisões.

11. Instrumento para avaliação dos fatores de construtibilidade pelos juízes

Para identificar os fatores considerados mais importantes por profissionais, professores de construção civil e pesquisadores acadêmicos de alta relevância nacional, e para reduzir o grande número de fatores obtidos da literatura, visando a posterior elaboração de uma lista de verificação mais enxuta, é que foi elaborado o questionário para avaliação dos juízes. Com esse instrumento, pôde-se solicitar a seleção de doze fatores que tivessem maior potencial para afetar a construtibilidade.

O questionário é um dos instrumentos de coleta de dados mais utilizados para a pesquisa qualitativa (BAPTISTA, CUNHA, 2007). Esse instrumento foi escolhido nessa parte da pesquisa, pois segundo os mesmos autores é um método rápido em termos de tempo, tem baixo custo, permite atingir uma grande população dispersa, fornece maior grau de liberdade e tempo ao respondente. O questionário, que foi elaborado no formato de uma planilha no programa *Microsoft Excel*[®], possui três abas: a primeira chamada *Avaliação*, a segunda denominada *Fatores de construtibilidade* e a última chamada *Modelo da matriz*. Parte da primeira e da segunda aba pode ser visualizada na Figura 9 adiante, e no Apêndice II. A aba *Avaliação* contém uma breve explicação do tema e do que se pretende com a pesquisa, além de instruções de como proceder para responder às questões. Abaixo das instruções são enumerados em uma coluna os quarenta e oito fatores de construtibilidade. Na coluna ao lado está o espaço para selecionar a resposta escolhida pelo juiz. São duas as opções de resposta: incluir entre os doze ou não incluir entre os doze fatores mais importantes.

FATORES DE CONSTRUTIBILIDADE		RESPOSTAS
A1	Objetivos corporativos	
A2	Recursos disponíveis	
A3	Fatores externos	
A4	Programa	
A5	Metodologia de construção	
A6	Habilidades de equipe	
A7	Conhecimento de construção	

FIGURA 9 - ILUSTRAÇÃO DA ABA AVALIAÇÃO, NA QUAL SE ENCONTRA O QUESTIONÁRIO ENVIADO AOS JUÍZES AVALIADORES
FONTE: A autora (2010)

O arquivo do programa *Microsoft Excel*[®] foi enviado eletronicamente para ser respondido e reenviado pelos juízes selecionados. Outra opção para responder às questões era acessar o mesmo questionário elaborado numa página da internet. Todas as respostas obtidas dos juízes foram adicionadas às respostas ao questionário da internet, desta forma foi facilitada a compilação dos dados, assim como a elaboração dos gráficos com as porcentagens das respostas. Isto porque no questionário da internet foi possível solicitar a geração de gráficos automaticamente.

Na aba *Fatores de construtibilidade*, a qual teve apenas uma função explicativa, os juízes puderam visualizar os significados de cada fator obtidos a partir da revisão da literatura. O formato dessa aba é o mesmo do Quadro 7.

A última aba do arquivo era apenas ilustrativa, já que apresentava a matriz de relacionamento que foi elaborada e aplicada nos escritórios de arquitetura. Essa matriz foi adicionada ao arquivo do questionário para que os juízes pudessem visualizar o que estava sendo desenvolvido no trabalho.

A vantagem de utilização da avaliação por júzes é proporcionar informações úteis que são facilmente calculadas. Alguns autores defendem o processo de avaliação dos itens individualmente, no qual se deve considerar o número de júzes (ALEXANDRE, COLUCI, 2009). Com a participação de cinco ou menos sujeitos, todos devem concordar para ser representativo. No caso de seis ou mais, recomenda-se uma taxa não inferior a 0,78 (Lynn, 1986). Para verificar a validade de novos instrumentos de uma forma geral, alguns autores sugerem uma concordância mínima de 0,80 (Pasquali, 1996).

12. Lista de checagem

A partir dos fatores considerados mais importantes para a construtibilidade, na avaliação dos júzes, foi elaborada uma lista de checagem. Essa abordagem, baseada em lista de checagem, possui como objetivo identificar a utilização de características referentes à construtibilidade nos projetos de construção civil.

A lista foi elaborada como instrumento a ser utilizado nos pequenos escritórios de arquitetura para verificar a aplicação de fatores, ainda na fase de projeto, que proporcionarão benefícios às atividades nos canteiros de obras.

Para a elaboração da lista foram utilizados os fatores cujas concordâncias entre os júzes excederam 50%, isto é, oito ou mais júzes indicaram o fator como sendo mais importante do que os demais fatores apresentados.

A lista foi elaborada em arquivo do programa *Microsoft Excel*[®], e seu formato pode ser visualizado na Figura 10, a seguir, e na íntegra no Apêndice III. Essa lista foi enviada via correio eletrônico para um escritório de arquitetura de pequeno porte. Foi solicitado que o respondente direcionasse as perguntas para as decisões tomadas na elaboração dos projetos de apenas um empreendimento que tivesse sido realizado pelo escritório.

	A	B	C	D	E	F	G
I		Nº FATORES DE CONSTRUTIBILIDADE	SIM	PARC.	NÃO	ANOTAÇÕES	SIGNIFICADO DO FATOR CONSTRUTIBILIDADE
2	1	PADRONIZAÇÃO	😊	😐	😞	SE VOCÊ RESPONDEU PARCIALMENTE OU NÃO, O QUE FALTOU PARA APLICAR?	LEITURA
3	1.1	Será utilizado o mesmo processo construtivo para a execução de todas as partes da fundação da edificação?					
4	1.2	Foram projetados os mesmos elementos construtivos para a fundação?					
5	1.3	Os materiais e elementos da fundação podem ser facilmente encontrados e adquiridos próximos à obra?					
6	1.4	Pode-se afirmar que foi projetado o mesmo processo construtivo para a execução da superestrutura como um todo?					
7	1.5	Foram definidos em projeto os mesmos elementos construtivos para a superestrutura?					
8	1.6	Os materiais e elementos projetados para a superestrutura serão facilmente encontrados próximos à obra?					
9	1.7	Foi projetado o mesmo processo construtivo para a execução de toda a estrutura da edificação?					
10	1.8	Foram utilizados os mesmos elementos construtivos no projeto da estrutura?					
11	1.9	Os materiais e elementos para a execução da estrutura serão facilmente encontrados próximos à obra?					
12	1.10	O processo de execução das instalações hidráulicas será padronizado?					
13	1.11	Os materiais e elementos para a execução das instalações hidráulicas poderão ser facilmente encontrados próximos à obra?					
14	1.12	Foi prevista uma ordem de execução das instalações elétricas para evitar rasgos desnecessários na laje e na alvenaria?					
15	1.13	Os materiais e elementos para a execução das instalações elétricas serão facilmente encontrados próximos à obra?					

FIGURA 10 – FORMATO DA LISTA DE CHECAGEM

FONTE: A autora (2010)

A lista de checagem é composta por perguntas, que estão relacionadas às características de cada fator identificado como mais importante pelos juízes. Os fatores, juntamente suas características são:

1. *Padronização*: foram abordadas questões sobre a padronização dos processos construtivos e sobre a repetição desses processos e dos elementos construtivos na obra. Essas características têm o intuito de melhorar o tempo, diminuir os custos, reduzir os riscos de erros e beneficiar a mão de obra, em função do efeito aprendido, na execução das atividades.
2. *Metodologia de construção*: foram abordadas questões sobre métodos construtivos, eficiência construtiva e sobre as interfaces entre os materiais. Essas características são capazes de melhorar a produtividade da mão de obra, facilitar as operações em campo e garantir a adequação da interface entre os materiais.
3. *Participação do construtor no projeto*: as questões abordadas tiveram a intenção de verificar se os projetos foram apresentados ao construtor da obra e se ele participou de decisões no projeto. Essas características melhoram a construtibilidade da obra, pois admitem a inserção da experiência em construção na elaboração dos projetos.

4. *Projetos simplificados*: as perguntas abordadas diziam respeito à simplicidade no formato do projeto e nos materiais definidos para o mesmo. Essas características, quando levadas em consideração nos projetos, reduzem o custo e os efeitos desnecessários na obra, aumentam a eficiência na construção, reduzindo partes e passos da obra.
5. *Projeto adaptado à construção*: foi questionado se os elementos definidos no projeto que vai para a obra estão compatibilizados e se esses projetos têm todas as informações necessárias para a sua execução. Essas características garantem o entendimento das informações em canteiro e melhoram a execução das atividades.
6. *Conhecimento de construção*: foram abordadas questões sobre a consideração de um profissional com conhecimento em projeto e construção nas decisões de projeto e planejamento da obra. Essas características proporcionam o enriquecimento dos projetos com a incorporação de informações necessárias à sua execução.

As partes do edifício às quais as perguntas foram relacionadas são: fundação, superestrutura, estrutura, instalações elétricas e hidráulicas, revestimentos e acabamentos.

Ao lado das perguntas da lista de checagem estão três possibilidades de resposta: *sim*, *parcialmente* e *não*. No caso da resposta se tratar de *parcialmente* e *não*, é solicitado ao respondente que justifique a afirmação.

Para identificar as principais causas da não aplicação por completo das características questionadas foram sugeridas algumas possíveis justificativas que respondessem à questão.

Não é intenção manter as possíveis justificativas na lista de checagem. Cada projeto possui suas características particulares e o arquiteto não deve se limitar às justificativas sugeridas, mas sim apontar os porquês que fizeram com que a questão não pudesse ser aplicada em seu projeto e, de acordo com suas possibilidades, resolver a questão a fim de aplicar o fator.

Foi adicionada à lista de checagem o significado de cada fator de construtibilidade a que se relacionavam as questões. A intenção foi de auxiliar o respondente no entendimento do objetivo do fator para o projeto.

Para a identificação dos pontos que devem ser melhorados, e também da aceitação desse instrumento, foi elaborado um formulário de avaliação da lista de checagem (APÊNDICE IV). As perguntas são referentes ao entendimento das questões, ao emprego dessa lista para a verificação dos projetos e aos documentos que devem ser consultados para responder às questões.

3.3. PARTICIPANTES DA PESQUISA

Nesta etapa define-se onde e como foi realizada a pesquisa, apresentando a amostragem e a forma como foram tabulados e analisados os dados.

Uma parte da pesquisa foi desenvolvida em quatro escritórios de arquitetura de pequeno porte da cidade de Curitiba, no estado do Paraná. O universo da análise foi a relação das fases de projeto com os fatores que melhoram a construtibilidade. Foi analisado um empreendimento de cada escritório, do qual pudessem ser obtidas informações desde a concepção do projeto até a finalização da obra. Todos os escritórios analisados foram classificados como microempresa, conforme SEBRAE (2009).

Os escritórios entrevistados atuam geralmente elaborando projetos residenciais unifamiliares e multifamiliares, comerciais e de saúde. Seus principais produtos são projetos arquitetônicos, de interiores, maquetes eletrônicas e memoriais descritivos. Os escritórios executam comumente serviços de gerenciamento e acompanhamento de execução de obras. Alguns escritórios também elaboram projetos de programação visual.

Partes dos dados foram obtidos por meio da aplicação de um questionário para avaliação dos fatores de construtibilidade por juízes.

Num último momento da pesquisa foi solicitado que um escritório de arquitetura de pequeno porte, com as mesmas características dos escritórios dos estudos de caso, respondesse a lista de checagem.

3.3.1. Caracterização do Estudo de Caso 1 (EC1)

O primeiro escritório analisado tem dez anos de funcionamento e é composto por três arquitetas. Uma delas, a proprietária, possui conhecimento sobre gerenciamento de projetos em função de ter participado, como aluna, do Programa de Pós-Graduação em Construção Civil da UFPR. Mas é importante salientar que o gerenciamento no escritório é realizado informalmente, e somente nos projetos tidos como complexos. Os projetos complementares são terceirizados; o escritório possui parceria com quatro engenheiros, os quais elaboram parte desses projetos.

Cabe à arquiteta proprietária, que é a profissional mais experiente da equipe, desenvolver as atividades de direção, administração, finanças, coordenação, gerenciamento dos projetos e fiscalização das obras. Uma das arquitetas contratadas tem a função de assistente, pois auxilia a proprietária no desempenho de suas funções. A terceira arquiteta tem a função de projetista, porque responde pela elaboração dos projetos e pelo contato com os profissionais terceirizados responsáveis pelos projetos complementares.

Algumas características e atividades colocadas em prática pelo escritório com relação ao empreendimento analisado são listadas no Quadro 8, a seguir.

Questionamento sobre o empreendimento	Respostas do arquiteto responsável
Tipo da obra e metragem quadrada	Reforma parcial de residência com A = 75,5 m ²
Projetos elaborados pelo escritório	Projeto arquitetônico, de mobiliário, luminotécnico, de paisagismo e realização do gerenciamento da obra
Método construtivo empregado	Alvenaria na parte externa e interna e <i>dry wall</i> no interior da edificação
Os acabamentos são os mesmos na maior parte do projeto?	Sim
O projeto possui características simétricas?	Não

QUADRO 8 - CARACTERÍSTICAS DO EMPREENDIMENTO ANALISADO NO EC1

FONTE: A autora (2010)

O tempo programado para duração de elaboração dos projetos do empreendimento foi de dois meses. O tempo de duração excedeu apenas pouco tempo do programado, o que segundo a arquiteta responsável não prejudicou o andamento de outras atividades. Porém, o tempo programado para execução da obra, que era de dois meses, chegou a atingir cinco meses de andamento. Nenhum projeto complementar foi contratado para este empreendimento. As atividades da obra foram exercidas do modo tradicional, utilizando materiais e processos construtivos comuns, isto é, não houve a adoção de nenhum método construtivo inovador.

3.3.2. Caracterização do Estudo de Caso 2 (EC2)

O segundo escritório questionado tem dois anos de funcionamento e também é composto por três arquitetas, mas, neste caso as profissionais são sócias. Elas dividem os serviços de acordo com o volume de atividades, procurando sempre que possível dividir as responsabilidades de forma semelhante.

Algumas características e atividades colocadas em prática pelas profissionais com relação ao empreendimento analisado são listadas no Quadro 9, a seguir.

Questionamento sobre o empreendimento	Respostas do arquiteto responsável
Tipo da obra e metragem quadrada	Projeto de residência, com demolição; o projeto tem cerca de 400 m ² de área
Projetos elaborados pelo escritório	Projeto arquitetônico, acompanhamento da obra
Método construtivo empregado	Alvenaria de tijolo cerâmico comum
Os acabamentos são os mesmos na maior parte do projeto?	Sim
O projeto possui características simétricas?	Não

QUADRO 9 - CARACTERÍSTICAS DO EMPREENDIMENTO ANALISADO NO EC2

FONTE: A autora (2010)

O tempo programado para duração de elaboração dos projetos foi de três meses; o tempo de duração foi de cinco meses. Foi programado e cumprido executar a obra no prazo de oito meses.

3.3.3. Caracterização do Estudo de Caso 3 (EC3)

O escritório questionado no EC3 tem duas arquitetas como proprietárias e seis anos de funcionamento. Neste escritório as profissionais também dividem os serviços em função do volume de atividades.

Algumas características e atividades colocadas em prática pelas profissionais com relação ao empreendimento analisado são listadas no Quadro 10, a seguir.

Questionamento sobre o empreendimento	Respostas do arquiteto responsável
Tipo da obra e metragem quadrada	Projeto de reforma de galpão para fins institucionais, A = 1.695 m ²
Projetos elaborados pelo escritório	Projeto arquitetônico, unificação, aprovação na prefeitura e projeto de interiores
Método construtivo empregado	Alvenaria de tijolo cerâmico comum
Os acabamentos são os mesmos na maior parte do projeto?	Não
O projeto possui características simétricas?	Não

QUADRO 10 - CARACTERÍSTICAS DO EMPREENDIMENTO ANALISADO NO EC3

FONTE: A autora (2010)

O tempo programado para elaboração dos projetos foi cumprido. Para a execução da obra foi acordado um aditivo de tempo e o cronograma da obra foi alterado. A contratação dos projetos complementares foi realizada através da intermediação do escritório de arquitetura. O projeto do empreendimento em questão precisou ser adaptado; um estudo específico da edificação existente foi elaborado para que a proposta arquitetônica não encarecesse a obra. Foi necessário projetar uma alteração na fundação existente em função do novo uso proposto para a edificação. Como os projetos foram cuidadosamente planejados não foi necessário resolver nenhum imprevisto.

3.3.4. Caracterização do Estudo de Caso 4 (EC4)

O último escritório analisado tem três anos de funcionamento e é composto por duas arquitetas, que são sócias. As arquitetas dividem as atividades realizadas para os empreendimentos de acordo com suas especialidades. Uma delas faz os projetos, definindo os materiais e acabamentos e fazendo contato com os fornecedores; a outra faz os levantamentos, os cronogramas, e gerencia as atividades da obra. O escritório tem parceria com um engenheiro civil, que elabora os projetos complementares quando necessários.

Algumas características e atividades colocadas em prática pelo escritório com relação ao empreendimento analisado estão listadas no Quadro 11, a seguir.

Questionamento sobre o empreendimento	Respostas da arquiteta responsável
Tipo da obra e metragem quadrada	Reforma de um apartamento com A = 105,00 m ²
Projetos elaborados pelo escritório	Projeto arquitetônico, de mobiliário, luminotécnico e realização do gerenciamento da obra
Método construtivo empregado	Alvenaria de tijolos cerâmicos comuns na execução das novas paredes divisórias
Os acabamentos são os mesmos na maior parte do projeto?	Sim
O projeto tem características simétricas?	Não

QUADRO 11 - CARACTERÍSTICAS DO EMPREENDIMENTO ANALISADO NO EC4

FONTE: A autora (2010)

O tempo programado para a elaboração dos projetos e do planejamento das atividades da obra foi de dois meses, e esse tempo foi cumprido. Foi programado executar a obra no prazo de três meses, mas esse prazo excedeu por mais um mês.

3.3.5. Características dos juízes

Durante o desenvolvimento do questionário que foi aplicado aos juízes, um dos pontos que foram discutidos foi o número e a qualificação desses especialistas. Na literatura encontram-se controvérsias sobre esse assunto. Lynn (1986)

recomenda no mínimo cinco e no máximo de dez pessoas participando do processo. Outros autores sugerem de seis a vinte indivíduos (HAYNES et al., 1995).

Em relação à seleção dos juízes, foram levadas em consideração a experiência e a qualificação dos membros escolhidos. Os critérios considerados para a seleção foram que esses profissionais trabalhassem na academia, lecionando na área de Construção Civil e que efetuassem pesquisas e publicações nessa mesma área. Para essa decisão, e a partir dos conceitos de Lynn (1986), foram levadas em consideração as características do instrumento, a formação, a qualificação e a disponibilidade dos profissionais para responder às questões. Foi então selecionado um total de vinte e um juízes, dos quais quatorze enviaram as respostas. A formação acadêmica identificada entre os respondentes foi de mestre a livre docente, nas áreas de Engenharia de Produção, Engenharia Civil e Construção Civil.

Nesta avaliação, direcionada aos juízes, foi solicitado que fossem escolhidos doze fatores de construtibilidade (dos quarenta e oito fatores identificados na literatura) que os juízes identificassem com maior nível de importância.

Segundo Pasquali (1996) há dois tipos de análise de itens, que poderiam se chamar análise teórica e análise empírica ou estatística. Ainda segundo o autor, a análise teórica dos itens, que é feita por juízes, visa estabelecer a compreensão dos itens (análise semântica) e a pertinência dos mesmos ao atributo que se pretende medir. Essa análise também pode ser chamada de análise de conteúdo, mas propriamente deve ser chamada de análise de construto, dado que precisamente procura verificar a adequação da representação comportamental dos atributos latentes.

Segundo Alexandre e Coluci (2009) as medidas quantitativas para avaliar a validade de conteúdo apresentam métodos diferentes para quantificar o grau de concordância entre os especialistas durante o processo de avaliação da validade de conteúdo de um instrumento. Dentre esses, destaca-se a porcentagem que calcula a concordância entre os juízes; essa é considerada a medida mais simples de concordância.

Segundo Pasquali (1996), o julgamento de juízes pode ser utilizado para diversos fins. A pesquisadora Amabile³⁰, no ano de 1983, realizou vários estudos, nos quais uma análise objetiva do produto era feita, buscando-se quantificar a extensão em que o indivíduo era criativo. Nestes estudos uma série de dimensões, acompanhadas de uma definição descritiva de cada uma delas, era dada aos juízes; a autora observou em seus estudos altos índices de fidedignidade entre juízes.

Para a definição do quadro de juízes, a autora citada anteriormente ressaltou a importância de que uma série de requisitos para seleção dos juízes fossem obedecidos. Esses requisitos, adaptados à realidade deste trabalho são:

- os juízes deveriam ser escolhidos entre as pessoas que tinham experiência e domínio no assunto questionado; já se sabia que o nível de experiência variaria de juiz para juiz;
- era necessário que os juízes escolhidos estivessem de acordo com os significados relativos à construtibilidade;
- era necessário que os juízes fizessem sua avaliação independentemente um do outro;

Os juízes deviam avaliar os produtos um em relação ao outro nas dimensões consideradas, e não avaliá-los considerando um padrão absoluto para o produto numa situação específica.

³⁰ AMABILE, T.M. **The social psychology of creativity**. New York: Springer-Verlag. 1983.

4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo são apresentados os resultados das entrevistas realizadas nos escritórios de arquitetura e dos questionários enviados para avaliação dos juízes. Também será apresentada a lista de checagem elaborada como produto para ser utilizado pelos escritórios de arquitetura de pequeno porte para verificação da adequação dos projetos com características que beneficiam a construtibilidade na obra.

4.1. RESPOSTAS DOS ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA NA MATRIZ

Na revisão da literatura foram identificados os fatores que afetam a construtibilidade de um empreendimento. A maioria deles foi apontada por autores internacionais, que baseados em suas experiências e aplicações na prática identificaram as características que possuíam grande potencial para afetar a construtibilidade. Considerando a importância da contribuição desses autores para a construção civil, utilizou-se neste trabalho, para questionamento nos escritórios de arquitetura, a totalidade de fatores encontrados na revisão da literatura.

A análise da construtibilidade realizada nos quatro pequenos escritórios de arquitetura, para avaliação de quatro empreendimentos de pequeno porte, não possui caráter estatístico. Porém, fornece informações quanto à utilização de fatores que, inseridos nos projetos, podem beneficiar a execução das atividades na obra.

A análise dos resultados considerou somente a relação a qual os fatores de construtibilidade foram aplicados de maneira essencial em alguma fase de projeto. Portanto, não foram analisadas as respostas sobre uma aplicação que tivesse sido

relevante ou secundária. Também não foi levada em consideração a relação na qual os fatores tivessem sido considerados desprezíveis em qualquer fase de projeto. É possível identificar que alguns fatores não têm relação alguma em determinadas fases de projeto. É o caso, por exemplo, do fator *plano de ajuste* relacionado com a fase de *concepção do projeto*. Em todos os estudos de caso essa relação foi desprezível por não haver condições de colocar em prática o fator mencionado na fase de projeto considerada. Seria necessário mais tempo para trabalhar esses dados, além do que essa análise foge do propósito desta pesquisa.

Serão apresentadas e comentadas a seguir as respostas de cada escritório individualmente, e em seguida são apresentadas as respostas em comum entre os profissionais.

As figuras apresentadas nas análises têm suas colunas dispostas verticalmente e seus valores são referentes ao número de subfases de projeto, nas quais os fatores de construtibilidade foram considerados essenciais. São vinte e duas as subfases de projeto determinadas pela ASBEA (item 3.2.3) e consideradas na matriz.

4.1.1. Respostas do EC1

O empreendimento analisado no EC1 foi uma residência, na qual o projeto era para uma reforma. Os fatores de construtibilidade que foram considerados essenciais em todas as fases de projeto são: os *recursos disponíveis*, a *habilidade da equipe*, o *conhecimento de construção* e a *equipe de construtibilidade*. Nas respostas podem ser visualizadas quantas vezes os fatores foram considerados essenciais nas subfases do projeto do empreendimento (Figura 11).

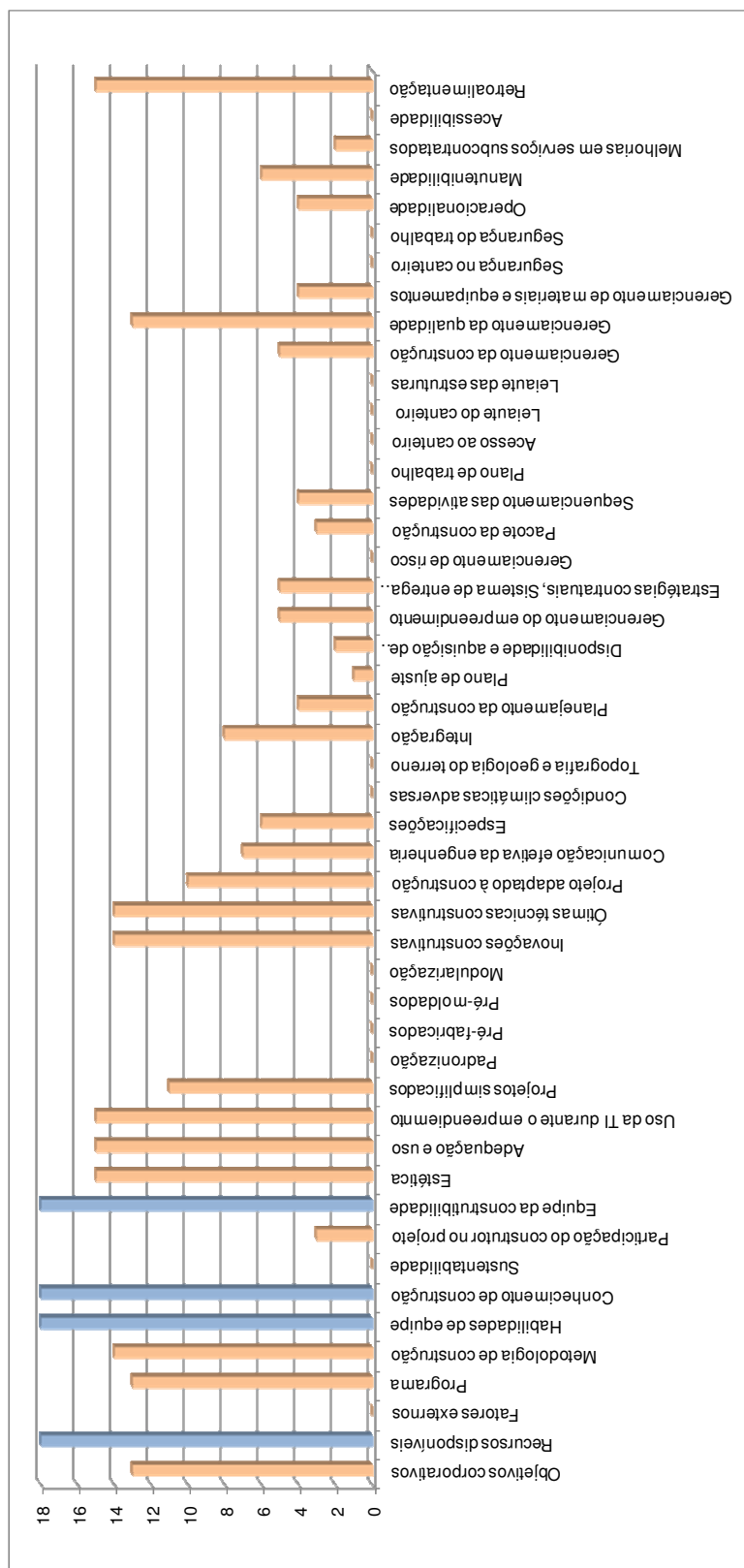


FIGURA 11 - RESPOSTAS DO EC1 ÀS RELAÇÕES ENTRE FASES DE PROJETO E FATORES DE CONSTRUTIBILIDADE

FONTE: A autora (2010)

Para esse empreendimento não foram executadas todas as subfases de projeto, deixando incompletas algumas fases estabelecidas pela ASBEA (item 3.2.3).

Outros fatores de construtibilidade que foram aplicados de maneira essencial em diversas subfases de projeto e foram importantes para o desenvolvimento do empreendimento, são: *objetivos corporativos, programa, metodologia de construção, estética, adequação e uso, uso da TI no empreendimento, projetos simplificados, inovações construtivas, ótimas técnicas construtivas, projeto adaptado à construção, especificações, gerenciamento da qualidade e retroalimentação.*

A arquiteta respondente relacionou o grau de importância que atribuiu aos fatores de construtibilidade com o fato de se preocupar com o compromisso em assumir a elaboração de um projeto. Afirmou que esse comprometimento se dá de acordo com os recursos que tem disponíveis para elaboração das atividades, o que também está relacionado às habilidades dos profissionais do escritório e daqueles que prestam serviços a ele. Também afirmou colocar em prática essencialmente o conhecimento de construção a partir de sua experiência própria na elaboração de projetos e gerenciamento de obras, e afirmou envolver todos os seus colaboradores numa espécie de equipe de construtibilidade para verificação, e mesmo para auxílio na tomada de decisão de projetos.

Grande parte das considerações dos fatores de construtibilidade acontece na fase que trata do projeto de detalhamento de especialidades. Nessa fase, devem-se incorporar ao projeto as características necessárias à execução. Portanto, todas as informações para a melhoria da construtibilidade da obra devem ser consideradas e detalhadas essencialmente nessa fase de projeto.

Na fase de definição do produto não há nenhuma consideração essencial sobre a aplicação dos fatores de construtibilidade. Foi mencionada na revisão da literatura de alguns autores a importância de considerar as características de construtibilidade logo na etapa inicial de projeto. Porém, no EC1 identifica-se a consideração essencial dos fatores na *concepção do produto* e em seguida na fase de *identificação e solução de interfaces*. O que se percebe é que não foi identificada essa importância na fase que intermedeia as duas anteriores, pelo fato do escritório

não ter elaborado o projeto legal (que é uma subfase da fase – *definição do produto*), aquele que é enviado para a prefeitura.

A arquiteta afirmou ter tido problemas referentes à falta de consideração de alguns aspectos antes da execução da obra. Alguns acabamentos projetados, com materiais e elementos diferenciados, isto é, fora do padrão, chegaram muito tempo depois do previsto na obra e acarretaram atraso de várias atividades que deveriam acontecer em sequência. Segundo a respondente, se ela tivesse considerado a possibilidade de atraso, poderia ter previsto um plano de contingência para garantir a realização das outras atividades e não prejudicar o cronograma previsto para a realização da obra. A arquiteta também afirmou que deveria ter previsto um prazo maior para a entrega desses materiais, pois não considerou o fato de serem diferenciados e fez seu cronograma baseado nos prazos de entrega de um material padrão.

Alguns fatores de construtibilidade foram desconsiderados pelo EC1, por não terem sido utilizados em nenhum momento durante as atividades relacionadas ao empreendimento, são eles: *gerenciamento de risco, plano de trabalho, acesso ao canteiro, leiaute do canteiro, leiaute das estruturas, segurança no canteiro, segurança do trabalho e facilidade de acesso para trabalhadores, materiais e instalações dentro do canteiro (acessibilidade)*.

No EC1 foi identificada a falta de preocupação com os fatores que remetem diretamente às atividades de canteiro. A respondente justificou dizendo que esses fatores não foram considerados para esse empreendimento porque foram definidos pelo construtor contratado para executar a obra. A arquiteta completou dizendo que normalmente faz o planejamento de suas obras, e nele considera todas as atividades que devem ser executadas, inclusive as questões de logística no canteiro. Mas para esse empreendimento esse serviço não foi contratado e quem realizou essas atividades foi o construtor da obra.

4.1.2. Respostas do EC2

No EC2 o empreendimento analisado se tratava da elaboração do projeto e acompanhamento da obra de uma residência de cerca de 400 m² de área, no litoral do estado do Paraná.

A aplicação dos fatores de construtibilidade num grau de importância essencial, de maneira geral para o EC2 foi considerada baixa. Na Figura 12, adiante, é possível ter a visualização da aplicação dos fatores, dos quais se destacam: *recursos disponíveis, metodologia de construção, habilidades da equipe, uso da TI no empreendimento, especificações, e gerenciamento da qualidade* como tendo sido considerados essenciais na elaboração da maior parte das fases do projeto.

A arquiteta afirmou ter elaborado os projetos tendo em mente como responsabilidade o atendimento ao programa de necessidade do cliente, utilizando suas habilidades para solução das questões de adequação ao uso e estética. Essa afirmação condiz com o grau de importância que foi dado a esses fatores. A arquiteta, em outra afirmação sobre o empreendimento, disse ter se arrependido posteriormente de algumas decisões de projeto. Um exemplo disso foi a definição por uma abertura que ficou mal localizada e que se tornou difícil de manusear. Ela também afirmou que não considerou aspectos referentes ao canteiro e à execução da obra nas decisões que tomava em projeto.

Segundo a respondente, não foi realizado um planejamento estruturado para a obra, porém o escritório acompanhou a sua realização. A arquiteta apontou alguns fatores ocorridos em canteiro como resultantes da falta de adequação de projeto e planejamento das atividades. Um exemplo disso foi o acesso ao terreno: a rua era estreita e não passava um caminhão. Como não foi previsto um plano de acesso ao canteiro, alguns materiais, a partir de certa altura, tinham que ser levados com carrinho de mão para o terreno. Essa atividade desperdiçou tempo e mão de obra, que poderiam estar sendo utilizados para realização de atividades que agregassem valor.

Também não foi previsto espaço para a estocagem dos materiais em canteiro; em função disso, a compra de materiais era realizada somente pouco tempo antes de sua utilização. Essa situação na maior parte das vezes era um transtorno, pois se destinava muito mais tempo do que o necessário para programar a compra e a entrega dos materiais. Ainda era preciso considerar que cada vez que chegava o material a mão de obra tinha que buscá-lo e levá-lo até o terreno.

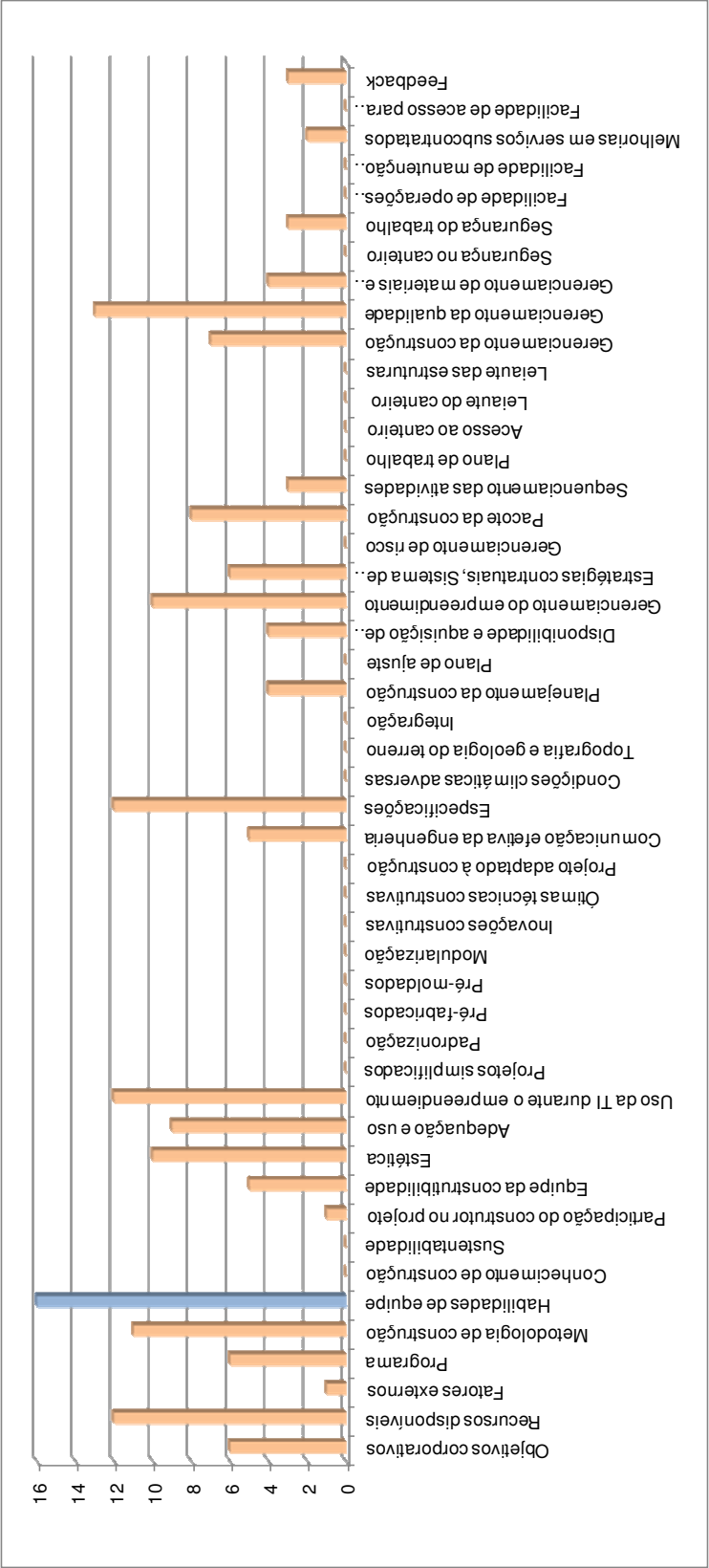


FIGURA 12 - RESPOSTAS DO EC2 ÀS RELAÇÕES ENTRE FASES DE PROJETO E FATORES DE CONSTRUTIBILIDADE

FONTE: A autora (2010)

Muitos fatores de construtibilidade foram desconsiderados da avaliação desse escritório porque não foram considerados nenhuma vez nas fases de projeto. A maior parte desses fatores dizia respeito a *simplificação, padronização e utilização de elementos pré-fabricados*. As *inovações e as ótimas técnicas construtivas* também foram ignoradas. Aspectos referentes ao terreno e ao canteiro de obra também não foram considerados nenhuma vez. Os fatores, dos quais as informações devem ser incorporadas ao projeto e que remetem a *operacionalidade, a manutenibilidade e a acessibilidade* da edificação, também não tiveram considerações.

Essa obra teve seu prazo cumprido. Porém, não foi conforme o previsto; a arquiteta afirmou que o prazo para execução da obra foi fornecido pelo construtor e que para cumpri-lo foi necessária a contratação de mais mão de obra, assim como também houve o aumento do número de horas trabalhadas.

4.1.3. Respostas do EC3

O projeto analisado nesse estudo de caso trata da reforma de um galpão para fins institucionais, com área de 1.695 m². No EC3 os fatores de construtibilidade com grau de intensidade considerado essencial em poucas subfases de projeto são: *fatores externos, habilidades de equipe, conhecimento de construção, projetos simplificados, comunicação efetiva da engenharia, topografia e geologia do terreno, e gerenciamento da qualidade*. Na Figura 13, a seguir, é possível visualizar, de maneira geral, a importância com que foram considerados os fatores de construtibilidade relacionados às fases de projeto.

A partir das respostas da arquiteta entrevistada, pôde-se notar a não aplicação de um grande número de fatores, principalmente daqueles mais diretamente relacionados à execução da obra. A respondente justificou dizendo que a construtora contratada para executar os serviços era a responsável por elaborar o cronograma e por gerenciá-lo, inclusive decidindo sobre as informações de logística do canteiro e compra de materiais.



FIGURA 13 - RESPOSTAS DO EC3 ÀS RELAÇÕES ENTRE FASES DE PROJETO E FATORES DE CONSTRUTIBILIDADE

FONTE: A autora (2010)

A arquiteta afirmou que acompanhava o andamento da obra e fazia o contato com os demais projetistas que participaram do empreendimento, fazendo a compatibilização das informações de projeto. Ela disse sempre estar presente na obra esclarecendo dúvidas com relação aos projetos, assim como algumas vezes acrescentando informações aos mesmos, para um melhor entendimento na obra.

O empreendimento do EC3, por se tratar de um projeto de reforma, necessitou de estudos e levantamentos que atestassem as condições da estrutura existente, para verificar onde e o que poderia ser modificado.

A arquiteta comentou que não houve a participação do construtor nas fases iniciais do projeto, porque esse ainda não havia sido contratado para a obra. Mas, comentou que especialistas em estrutura foram consultados para decidir sobre as alterações necessárias para suportar os novos acréscimos na estrutura. Essa característica é percebida observando as considerações do fator *conhecimento de construção*, que foi apontado como essencial na entrevista.

As fases de projeto que não tiveram relevância na apresentação dos resultados são: *definição do produto*, e *pós-entrega do projeto*. Isso porque não houve nenhuma relação essencial entre essas fases e os fatores de construtibilidade.

O prazo inicial definido para elaboração dos projetos foi cumprido, porém, o prazo de execução da obra foi alterado, em função de um aditivo de tempo. A arquiteta comentou que os projetos tiveram que ser complementados diversas vezes para aumentar o número de informações necessárias à obra. Algumas correções e complementações de projetos poderiam ter sido evitadas se o projeto executivo estivesse mais completo.

4.1.4. Respostas do EC4

No EC4 o empreendimento em questão é um apartamento e os projetos realizados tratavam de sua reforma. As respostas quanto à utilização dos fatores de construtibilidade, segundo as considerações da respondente, se apresentam na Figura 14, a seguir. Os fatores que visivelmente foram utilizados mais vezes de uma

forma essencial são: *habilidade de equipe, estética e comunicação efetiva da engenharia*. Entretanto, os fatores: *metodologia de construção e especificações* também foram importantes para o desenvolvimento do empreendimento.

A fase *pós-entrega da obra* foi desconsiderada da análise, pois não foram realizadas duas de suas subfases: *projeto as built* e *avaliação de pós-ocupação da obra*.

Além dos três fatores citados anteriormente, outros cinco fatores tiveram importância essencial em várias subfases: *programa, metodologia de construção, adequação ao uso, especificações e gerenciamento da qualidade*. Também é possível identificar a essencial consideração de todos os fatores mencionados na fase *detalhamento de especialidades*.

A arquiteta comentou que a atenção do escritório para esse empreendimento era em atender às expectativas dos clientes com relação à readequação de um apartamento antigo às suas necessidades, porém com um orçamento muito limitado.

Segundo a respondente, foi necessário que todas as informações estivessem bem explicadas nos detalhamentos de projetos, e da mesma forma essas informações deveriam estar bem definidas na programação para a realização da obra. Como se tratava da reforma de um apartamento, foi necessária a atenção especial aos horários de transporte de materiais e entulhos e ao armazenamento desses materiais.

Um fator que foi identificado como essencial nesse empreendimento, mas que não havia sido mencionado nos outros estudos de casos, foi o *leiaute das estruturas*. A arquiteta justificou essa utilização em função da preocupação com a estrutura, pois para adequação do apartamento muitos cômodos deveriam ser alterados, e isso só seria possível sem um custo tão alto se a avaliação do projeto e da estrutura já construída estivesse bem resolvida. Por isso, fizeram a análise do leiaute das estruturas logo nas primeiras atividades de concepção do empreendimento.

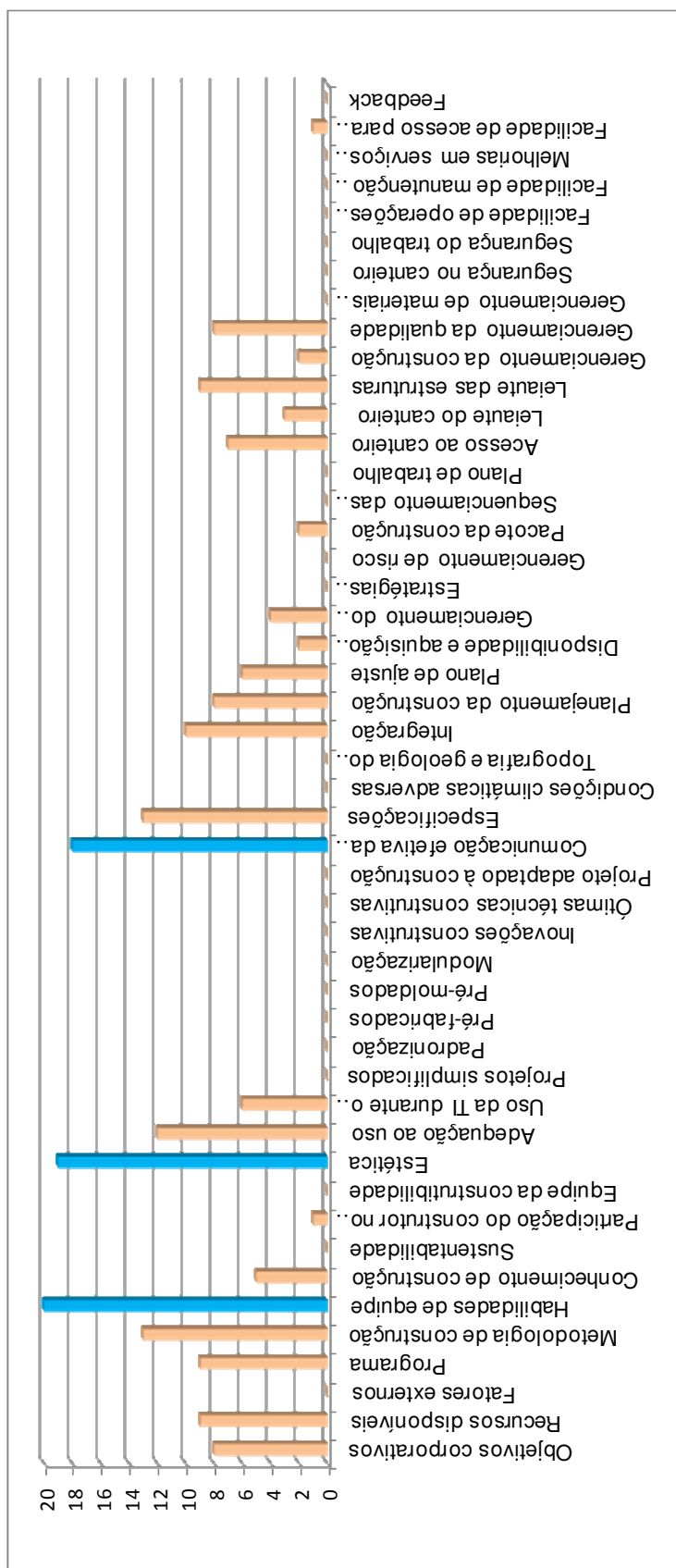


FIGURA 14 - RESPOSTAS DO EC4 ÀS RELAÇÕES ENTRE FASES DE PROJETO E FATORES DE CONSTRUTIBILIDADE

FONTE: A autora (2010)

Alguns fatores de construtibilidade foram desconsiderados por não terem sido utilizados em nenhum momento, são eles: *fatores externos, sustentabilidade, padronização, pré-fabricados, pré-moldados, modularização, inovações construtivas, ótimas técnicas construtivas, condições climáticas adversas e topografia e geologia do terreno.*

4.2. RESPOSTAS DA AVALIAÇÃO DOS JUÍZES SOBRE OS FATORES DE CONSTRUTIBILIDADE

Foi considerado satisfatório o resultado da avaliação, pois dos doze fatores selecionados pelos juízes, seis foram considerados mais importantes pela maioria dos respondentes. Em seguida, quatro fatores foram considerados importantes pela metade dos juízes, restando apenas dois fatores em concordância com a minoria.

Diante dos resultados obtidos são considerados temas de discussão os dados classificados, pela escala psicométrica³¹, acima da média pelos juízes. A comunidade científica desenvolveu uma série de parâmetros mínimos que a medida psicométrica deve apresentar para se constituir num instrumento legítimo e válido. Os parâmetros mais básicos se referem à análise dos itens (dificuldade e discriminação) e à validade e confiabilidade do instrumento.

Em relação à sua magnitude, a pesquisa apresenta atributos empíricos satisfatórios, pois da proporção de doze itens solicitados para a escolha dos juízes, seis deles foram consideradas com fator de importância acima da média. A pesquisa é considerada válida, porque um teste é válido quando de fato mede o que supostamente deve medir (ABRAHÃO, et al., 2002). Ou seja, se foram apresentadas doze questões e foi solicitado aos juízes que as classificassem em graus de importância, e como resultado metade dos fatores foi considerado importante e

³¹ A medida psicométrica pode ser considerada como o uso da medida em Psicologia, similarmente à sociometria na Sociologia e à econometria na Economia. Pasquali (1996) caracteriza a psicometria dentro de uma orientação epistemológica quantitativista, como ramo das ciências empíricas e não das matemáticas.

quatro fatores foram classificados como sendo de média importância, é possível aceitar a pesquisa como válida.

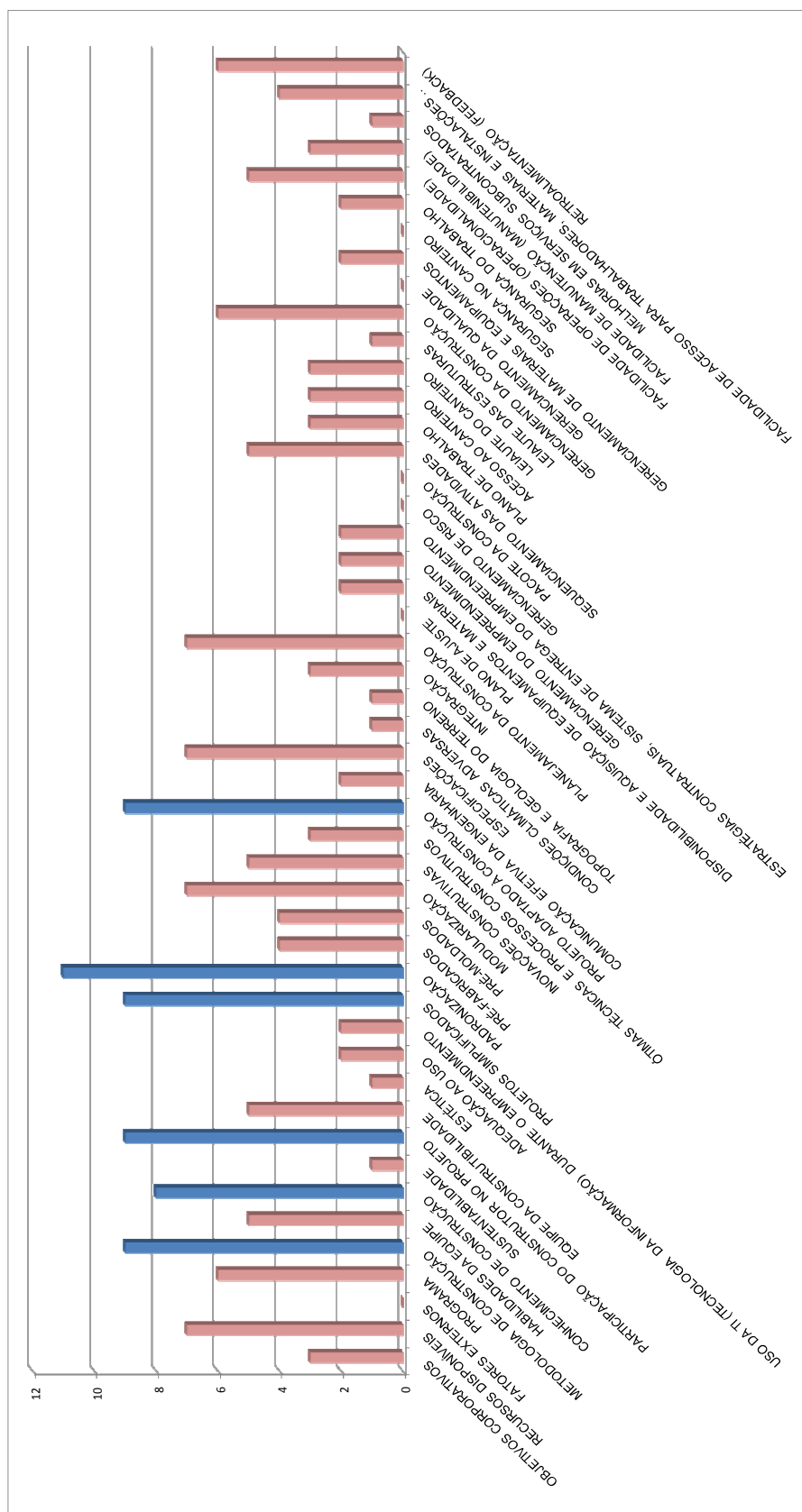
Se for trazido à discussão o comportamento dos juízes, é possível perceber que todos utilizaram o *comportamento expressivo*. Segundo Alves, Esteves (2004) esse comportamento consiste no estilo da resposta, fornecida a uma mesma tarefa, na qual cada pessoa analisa a situação de maneira característica e individual e emprega o material ou organiza a situação de modo diferente. Para classificar as respostas, todos partiram de seus pontos de vista e classificaram a pesquisa conforme a visão individual de suas necessidades para aquelas questões. Ou seja, há um estilo diferente na forma de responder ou de realizar uma mesma tarefa.

É possível concluir com os dados que, dentro de uma amostra grande de questões e por meio dos resultados obtidos, os profissionais participantes atingiram um mesmo padrão de respostas.

A validade de conteúdo resultante do instrumento é baseada principalmente no julgamento, na lógica e no raciocínio do pesquisador com a validação de juízes no domínio do conteúdo. Na análise de conteúdo os juízes devem ser peritos na área do construto, pois sua tarefa consiste em ajuizar se os itens estão se referindo ou não ao traço em questão (PASQUALI, 1996).

Na Figura 15, a seguir, é possível visualizar os resultados da votação dos juízes quanto às considerações de importância dos fatores de construtibilidade. As colunas azuis representam os fatores de maior concordância entre os juízes.

O fator que teve maior concordância entre os juízes foi a *padronização*, com onze votos (78%), de um total de quatorze votos possíveis. Dos seis fatores mais votados, quatro tiveram nove votos (64%). O último fator mais votado foi o denominado *conhecimento da construção*, com oito considerações de juízes (57%).



É interessante verificar que as atividades que foram consideradas pela maioria dos juízes como mais importantes para a construtibilidade estão diretamente relacionadas às decisões que devem ser tomadas nas etapas de projeto. Essa característica mostra que as decisões tomadas nos escritórios de projetos não têm somente relevância estética e funcional, mas também podem ser responsáveis pela maneira como se desenvolve a produção. O aprimoramento de técnicas e processos como descritos na fase de projeto se faz essencial para beneficiar a forma como é conduzida a construção. Nos parágrafos seguintes são comentadas algumas características dos fatores de construtibilidade mais votados pelos juízes.

A *padronização*, como já citado anteriormente, tem várias formas de ser considerada. Segundo os autores citados na revisão da literatura, ela consiste no uso de elementos disponíveis para fornecimento no mercado, uma situação que beneficia os tempos do cronograma e os custos do empreendimento. Alguns autores (ASCE, 1986) também afirmam que a padronização deve ser desenvolvida para elementos de projeto e processos construtivos (GRIFFITH, 1986). Segundo Adams (1989) apud Best, Valence (2002); CIRIA (1983) apud Zin (2004), é preciso priorizar a repetição e a padronização de elementos construtivos, de modo a reduzir o tempo de aprendizagem, a duração, os custos e o risco de erros na construção.

A característica de padronizar processos e elementos de projeto remete à facilitação do desenvolvimento de atividades de uma maneira geral. Para a melhoria da construtibilidade toda forma de adoção de padrões irá reduzir o tempo de aprendizagem e de espera, e aumentar a eficiência e a eficácia no desenrolar da execução das atividades em canteiro. Com a adoção deste fator é possível conseguir processos mais enxutos e fáceis de desenvolver.

A *metodologia de construção* é tão relevante que as considerações de CIIA (1992) apud MC GEORGE, et al. (2002) afirmam que essa deve pensada e decidida na fase de projeto e deve valorizar a eficiência da construção (CII, 1993 apud CAMPOS, 2002). Uma forma de melhorar a eficiência da construção, segundo Nima et al. (2002) é inserir novas tecnologias que beneficiem a produtividade da mão de obra na execução das atividades. Os métodos construtivos que serão utilizados na obra precisam ser discutidos e analisados o mais cedo possível (NIMA et al, 2002) e os problemas de ajuste na interface entre diferentes produtos e materiais precisam ser resolvidos ainda na fase de concepção (CIRIA, 1983).

Outro fator de notada relevância nessa pesquisa foi o que aponta a *participação do construtor* da obra no projeto. Obviamente essa participação não conota o fato de o construtor interferir em todas as decisões que devem ser tomadas, mas sim naquelas nas quais se percebe a necessidade de contar com o conhecimento e a prática da execução das atividades da obra. De qualquer forma é preciso que o construtor seja apresentado aos projetos que irá executar e suas considerações quanto ao que diz respeito a seu trabalho devem ser consideradas. Quando isso acontece, o responsável pelo projeto precisa rever as decisões já tomadas e, juntamente com o construtor, adaptá-las de maneira viável à construção.

Os *projetos simplificados* também foram considerados de grande importância. Este fator de construtibilidade só pode beneficiar a execução da obra, pois entre suas características está a diminuição dos efeitos desnecessários na construção, além da redução de partes e passos da obra (GRIFFITH, 1986; BOYCE, 1989). Para Oliveira (1994), a simplificação do projeto é uma das principais formas de aumentar a construtibilidade, o que para Wong et al., (2005) proporciona economia e eficiência na construção.

Relacionado diretamente com o projeto, está o fator *projeto adaptado para a construção*. Sua principal característica é que ele deve ser pensado e representado para a construção, o que deve facilitar a comunicação e a compreensão no local da obra (CIRIA, 1983 apud ZIN, 2004).

O último fator considerado de grande importância pelos juízes foi o *conhecimento de construção*, que está relacionado com o envolvimento ativo do conhecimento e da experiência na construção (CIIA, 1992 apud MC GEORGE, et al, 2002) na participação de decisões no planejamento inicial do projeto, garantindo que a interferência entre o projeto e a construção seja evitada (NIMA et al, 2002).

É característica de todos os fatores mencionados que sejam considerados previamente nos projetos, para que no canteiro de obra as atividades sejam desenvolvidas de maneira simples e direta. A praticidade das atividades da obra deve ser prevista nos projetos, evitando equívocos e atrasos na execução.

Os quatro fatores classificados como sendo de média importância na avaliação dos juízes, e que contribuíram para a consideração da validação desta pesquisa são: *recursos disponíveis, modularização, especificações e planejamento*

da construção. Não se pode desconsiderar o valor desses fatores, pois segundo o método de aceitação dessa pesquisa eles têm grande relevância. Pode-se perceber que o primeiro fator citado tem abrangência de aplicação a todas as fases de projeto, o segundo e o terceiro fatores remetem às decisões e detalhes específicos da fase de projeto, o quarto fator depende das informações de projeto para decisões dos tempos da obra.

Foram seis os fatores que não receberam nenhum voto de mais importante; são eles: *fatores externos, plano de ajuste, gerenciamento de risco, pacote da construção, gerenciamento da qualidade e segurança do canteiro*. Uma característica em comum entre eles é que nenhum desses fatores deve ser definido na concepção e no desenvolvimento das fases de projeto. Para parte deles são necessárias informações de controle gerencial do empreendimento e para outra parte é necessária a intervenção diretamente no canteiro de obra para a melhoria da construtibilidade.

4.3. ANÁLISE DAS RESPOSTAS COMUNS ENTRE OS RESPONDENTES DA MATRIZ E OS JUÍZES

Os estudos de caso nos pequenos escritórios de arquitetura apresentaram resultados quanto à intensidade com que foi aplicado cada fator de construtibilidade durante as fases de projeto do empreendimento. Cada empreendimento escolhido para análise nos escritórios apresentava suas próprias características. Os fatores que foram escolhidos como essenciais, em comum, pelos quatro escritórios analisados foram: *recursos disponíveis, habilidades de equipe e gerenciamento da qualidade*.

A unanimidade na consideração desses fatores tem a mesma explicação. Nos estudos de caso foi demonstrada a importância dada às necessidades do cliente. O empenho dos escritórios em adequar as decisões, tomando atitudes que atendam às expectativas dos clientes com relação à adequação ao uso, à estética e ao custo das atividades, é o que determina o sucesso do empreendimento.

Segundo os escritórios analisados, os três fatores de construtibilidade citados anteriormente contribuem para melhorar o desempenho das atividades dos empreendimentos. Os *recursos disponíveis* foram considerados essenciais pelos arquitetos, porque tiveram que ser conduzidos de forma a abranger todas as necessidades solicitadas para o empreendimento. Como os escritórios analisados tinham de dois a três profissionais para dividir as tarefas, era necessário um gerenciamento dos recursos disponíveis para realizar todas as atividades que estavam em andamento, não deixando de cumprir os compromissos já acertados.

As *habilidades da equipe*, segundo os escritórios, caminham lado a lado com os recursos disponíveis, pois para pequenos escritórios entre os recursos disponíveis com o quais se deve contar está a habilidade da equipe que trabalha nele e para ele. Essa habilidade faz com que as organizações para desempenho das atividades sejam bem definidas e desenvolvidas.

O *gerenciamento da qualidade*, para as arquitetas, representa a preocupação com a garantia dos requisitos que fazem com que as atividades sejam bem desempenhadas. Os escritórios afirmaram que esse gerenciamento é essencial para garantir a finalização de um produto de acordo com as características esperadas. Afirmaram ainda que um resultado positivo proveniente desse gerenciamento proporciona segurança aos clientes do escritório e às próprias profissionais.

Para os juízes, os fatores de construtibilidade mais importantes a serem considerados no desenvolvimento de um empreendimento são: em primeiro lugar a *padronização*; com a segunda maior concordância estão os fatores *participação do construtor no projeto*, *projetos simplificados*, *projeto adaptado à construção*, *metodologia de construção* e por último, o fator *conhecimento de construção*. Esses fatores possuem a característica comum de serem definidos e documentados nas etapas de projetos; desta forma, poderiam perfeitamente ser desempenhados pelos projetistas, inclusive pelos arquitetos do empreendimento.

No Quadro 12, a seguir, é possível observar os fatores que foram selecionados pelos juízes e apontados como essenciais nos escritórios de arquitetura dos estudos de caso.

FATORES DE CONSTRUTIBILIDADE CONSIDERADOS PRINCIPAIS PARA OS JUÍZES E ESSENCIAIS NOS ESTUDOS DE CASO				
	EC1	EC2	EC3	EC4
Padronização				
Participação do construtor no projeto				
Projetos simplificados	x			
Projeto adaptado à construção	x			
Metodologia de construção	x	x		x
Conhecimento de construção	x		x	

QUADRO 12 - FATORES DE CONSTRUTIBILIDADE CONSIDERADOS PRINCIPAIS PARA OS JUÍZES E ESSENCIAIS EM ALGUMA FASE DE PROJETO NOS ESTUDOS DE CASO ANALISADOS

FONTE: A autora (2010)

O fator de construtibilidade cuja concordância entre os juízes foi a mais alta foi a *padronização*. Curiosamente, esse fator não foi considerado essencial em nenhuma fase de projeto nos escritórios analisados. A partir das informações dos escritórios sobre seus critérios para elaboração de projetos, notou-se a desconsideração total desse fator em suas atividades. Alguns arquitetos afirmaram que projetar pensando em padronizar pode limitar muito suas decisões de projeto, principalmente quanto à escolha dos materiais que farão parte da construção. Segundo as profissionais, essa limitação pode prejudicar a aceitação dos projetos pelos clientes.

Assim como a *padronização*, o fator *participação do construtor no projeto* também foi totalmente rejeitado. A justificativa das profissionais é que muitas vezes o construtor é definido para a execução da obra quando o projeto já está finalizado. Mas, mesmo quando isso não acontece, as arquitetas afirmaram nunca terem considerado a possibilidade do construtor da obra participar e até mesmo auxiliar nas decisões de projeto. As profissionais não se mostraram confortáveis com essa idéia.

No EC1, dos seis fatores selecionados pelos juízes, quatro deles foram colocados em prática de maneira essencial em uma ou mais fases de projeto. Em consideração às características específicas deste estudo de caso, a arquiteta que

respondeu à entrevista afirmou que para o empreendimento analisado foram realizadas a demolição e a construção de algumas partes da edificação. Numa parte da obra, as divisórias foram feitas com o sistema *drywall*, em outra parte foram feitas de forma tradicional, isto é, paredes de alvenaria.

Quando questionada sobre o porquê de não ter considerado o mesmo sistema construtivo em todas as divisórias internas, a respondente disse que tomou a decisão pelo que lhe pareceu mais conveniente em relação à aquisição de materiais e ao custo de mão de obra. Porém, considerou que não analisou as possibilidades e as vantagens provenientes de outras decisões, assim como não analisou as desvantagens de sua decisão.

As possíveis vantagens apontadas para a consideração do sistema *drywall* em todas as divisórias internas foram: a redução do tempo de execução das atividades, a redução de passos (o sistema não necessita dos revestimentos e acabamentos de uma alvenaria tradicional), a execução das atividades numa obra mais limpa, entre outras vantagens.

A respondente do EC1 considerou que poderia ter analisado melhor as possibilidades antes de tomar as decisões de projeto e considerou que outros aspectos, além de estética e uso, também são muito importantes e devem ser atendidos. A arquiteta comentou que consultar diretrizes, um banco de dados, ou outro material que pudesse auxiliar no processo de análise dos projetos, facilitaria a elaboração dos mesmos.

No EC2 apenas o fator *metodologia de construção* foi considerado essencial e coincide com a consideração dos juízes. A *padronização*, os *projetos simplificados*, o *projeto adaptado à construção* e o *conhecimento de construção* foram alguns dos fatores desconsiderados pela respondente. A *participação do construtor no projeto* só aconteceu quando a obra já estava sendo executada e diversas alterações de projeto tiveram que ser realizadas em função das considerações do mestre de obras. A arquiteta afirmou que não se preocupou com a execução da obra porque o construtor era experiente. Mesmo assim, a respondente do EC2 disse que era preciso ter considerado outros aspectos além de estética e uso em seus projetos.

No EC3 o fator identificado em comum com os apontados pelos juízes é o *conhecimento de construção*. A arquiteta desse estudo de caso disse que sentiu

falta da participação do construtor nas primeiras fases de projeto, principalmente quando foram realizados os levantamentos na edificação existente. Porém, o construtor só foi contratado para a obra quando os projetos já estavam sendo finalizados e enviados para a aprovação na prefeitura. Segundo a respondente, a despreocupação com a metodologia de construção lhe custou várias adequações de projeto, com o acréscimo de detalhes e especificações.

A arquiteta também disse que como havia sido contratada para acompanhar e gerenciar a obra ela mesma identificava ou era comunicada das inconsistências nos projetos e os readequava para a execução. Questionada sobre essa forma de solucionar os problemas de projeto, a arquiteta considerou que alguns problemas não foram resolvidos e os erros apareceram após a execução. A respondente afirmou que a utilização de um roteiro para auxiliar na visualização dos itens que precisariam ser considerados ou detalhados nos projetos reduziria o tempo de avaliação dos mesmos e ajudaria a melhorar a elaboração dos projetos e a garantir a eficiência na execução.

A arquiteta que respondeu sobre o EC4 também afirmou que um roteiro que apontasse as características a serem consideradas nos projetos para adequá-los à construção facilitaria seu trabalho. Segundo ela, as decisões de projeto no escritório são tomadas para satisfazer basicamente às questões de estética e uso, exatamente como ocorreu nos demais estudos de caso analisados.

As arquitetas, de modo geral, disseram que por causa do volume de trabalho com o qual estão habituadas a trabalhar, algumas considerações de projeto deixam de ser revistas e trabalhadas da maneira mais adequada para a execução.

Os fatores *metodologia de construção* e *conhecimento de construção* foram bem considerados nos estudos de caso. Esses fatores estão relacionados ao conhecimento do profissional de arquitetura, quando experiente em sua função, para as decisões tomadas em projeto, e se referem também ao interesse desse profissional em submeter seu projeto para que outros profissionais experientes contribuam para seu desenvolvimento. As arquitetas mostraram colocar em prática esses fatores em benefício das decisões de projeto.

Porém, as respondentes dos estudos de caso admitiram não se preocupar com a forma como as atividades iam se desenrolar na obra. As características

relacionadas à segurança e ao canteiro foram praticamente desconsideradas. As respondentes demonstraram que sua contribuição finalizava após terem sido tomadas as definições específicas do edifício, definições essas referentes à forma, aos materiais de acabamento e às especificações de projetos.

As arquitetas afirmaram que sua principal preocupação era com a definição das características da edificação e foi possível perceber que elas não definiam seus projetos preocupadas com a execução. A forma, os materiais e os elementos não eram definidos para a edificação porque eram de fácil manuseio e transporte. Na definição dos projetos não havia preocupação em enxugar os passos, reduzir o número de materiais e melhorar a produtividade da mão de obra. É como se pensar a execução do projeto não fosse função de um arquiteto.

4.4. RESPOSTA DO ESCRITÓRIO DE ARQUITETURA NA LISTA DE CHECAGEM

A lista de checagem foi enviada a um escritório de arquitetura de pequeno porte, que possui as mesmas características dos escritórios dos estudos de caso, para que fosse respondida.

A respondente da lista é uma arquiteta e seus trabalhos também se limitam basicamente à cidade de Curitiba. A arquiteta e proprietária do escritório afirma terceirizar alguns serviços quando necessário.

O empreendimento no qual foram baseadas as respostas foi a reforma de uma casa antiga para adaptá-la a um restaurante, no centro da cidade de Curitiba. A intenção não era de fazer muitas modificações na estrutura existente, porém durante o levantamento de dados foi realizada a análise da estrutura e identificou-se a necessidade de reforço em diversas partes. Parte da casa também foi demolida para fazer um estacionamento e foi anexada à estrutura antiga uma construção, onde seria o depósito do restaurante.

Foram elaboradas dezenove perguntas sobre a *padronização*. Em sete respostas a arquiteta afirmou a aplicação das características do fator, em onze a

aplicação foi parcial e em uma resposta não ocorreu a aplicação. A arquiteta afirmou colocar em prática o fator, utilizando o mesmo processo construtivo e projetando os mesmos elementos construtivos na fundação, na estrutura e nas instalações hidráulicas. As respostas de aplicação parcial aconteceram na definição pelos materiais e elementos construtivos para a estrutura, a superestrutura, as instalações elétricas, os revestimentos e os acabamentos da obra. A afirmação sobre a não aplicação do fator foi referente às esquadrias; essas não foram adquiridas próximas a obra. As justificativas para as respostas *parcialmente* e *não* foram: “o construtor é responsável por essa decisão”, “outro projetista é responsável por essa definição”, ou outro motivo.

Para o fator *metodologia de construção* foram realizados dezessete questionamentos; desses, quatorze tiveram a resposta da aplicação, dois foram aplicados parcialmente e um não foi aplicado. As respostas de aplicação parcial corresponderam à definição dos revestimentos e dos acabamentos pensando na facilidade de execução das atividades na obra. A justificativa é que essa decisão de projeto levou em consideração as características do restaurante somente com relação à estética. A resposta negativa foi referente à consideração de métodos construtivos inovadores para a execução; com relação a isso a arquiteta afirmou que não houve necessidade de aplicar.

Com relação ao fator *participação do construtor no projeto* foram feitos dezessete questionamentos, dos quais quinze foram respondidos como realizados e dois como realizados parcialmente. As justificativas para a aplicação parcial foram: “outro projetista é responsável” e “a arquiteta não viu a necessidade em aplicar”.

Quanto aos *projetos simplificados* a respondente afirmou a aplicação de dezessete questões, de um total de vinte. As outras três respostas foram de aplicação parcial. Uma das justificativas é que realmente foi utilizada mão de obra qualificada para a execução dos revestimentos; esses não foram pensados para evitar a utilização dessa mão de obra. As outras diziam respeito ao projeto arquitetônico não possuir características simétricas; a arquiteta afirmou não ter elaborado o projeto pensando em evitar ângulos e inclinações. Ela disse que por se tratar de uma reforma e os espaços já estarem praticamente determinados, isso seria mais difícil. A última justificativa, segundo a arquiteta, foi de que não levou em

consideração decisões de projeto que minimizassem componentes e elementos, como por exemplo, utilizando aqueles que abrangessem mais áreas e volumes.

As respostas para o fator *projeto adaptado à construção* foram praticamente todas positivas, somente uma das dezessete perguntas foi considerada de aplicação parcial. A justificativa foi que como a estrutura e as instalações já faziam parte da edificação, a readaptação das instalações elétricas não aconteceu com facilidade. Mas a arquiteta afirmou que poderia ter pensado em uma solução que facilitasse a execução dessa atividades.

Os últimos questionamentos foram feitos a respeito do *conhecimento de construção*. Das quatorze perguntas, apenas uma foi realizada de maneira parcial, as outras foram aplicadas às etapas do empreendimento. A arquiteta afirmou que não viu necessidade em consultar um profissional com conhecimento em projeto e execução de instalações hidráulicas para auxiliar na elaboração do projeto.

Para verificação da aceitação e do entendimento da lista de checagem foi solicitado ao escritório que respondesse a outro questionário, chamado Avaliação da Lista de Checagem. Foram elaboradas nove perguntas a respeito do tema.

A primeira questão era sobre o grau de dificuldade das perguntas da lista de checagem. A respondente afirmou que foram *razoavelmente fáceis de responder, que requerem um pouco de reflexão para que a opção mais adequada fosse identificada*.

A segunda pergunta deveria ser respondida caso o conteúdo de alguma questão da lista não tivesse ficado claro; como não houve dificuldade de entendimento dos termos, a arquiteta não respondeu a essa questão.

A terceira pergunta foi sobre a inserção da coluna “Significado do Fator de Construtibilidade” na lista de checagem. O questionamento era se essa explicação tinha auxiliado na compreensão das questões. A resposta da arquiteta foi que *sim*, que tornou mais fácil o entendimento do propósito da questão a partir do significado do fator de construtibilidade.

A quarta pergunta foi a respeito das opções de justificativa sugeridas na aba *Anotações*, se elas correspondiam às atitudes mais usuais para a aplicação parcial ou não das características questionadas. A arquiteta respondeu que somente para

algumas questões, na verdade, as respostas sugeridas não representam todas as possibilidades de justificativa.

A pergunta seguinte foi sobre o emprego da lista de checagem nos projetos e a respondente assinalou as seguintes opções: *ajudará na consideração de requisitos que melhoram a construção ainda durante as fases de projeto e que ajudará a refletir sobre as soluções que podem ser propostas para o empreendimento durante a elaboração dos projetos.*

Com relação ao tempo necessário para preenchimento, a arquiteta afirmou que foi necessário pouco tempo, em cerca de uma hora havia respondido todas as questões da lista de checagem.

Foi questionado sobre em que momento ou em quais fases de projeto e/ou planejamento a lista de checagem seria útil. Foram consideradas as seguintes respostas: na concepção do produto (levantamento de dados, programa de necessidades, estudo de viabilidade), na definição do produto (estudo preliminar, anteprojeto ou pré-execução, projeto legal), no projeto de detalhamento de especialidades (projeto para a execução) e na pós-entrega do projeto (apresentação do projeto, esclarecimento de dúvidas, acompanhamento básico da obra, análise de soluções alternativas, visitas a fornecedores, compatibilização de especificações entre fornecedores, orientação técnica para propostas de fornecedores, adaptação e alterações de projeto, acompanhamento técnico da obra, preparação de material gráfico para manual do proprietário, preparação do manual do proprietário).

A respeito dos documentos que poderiam ser consultados para auxiliar o preenchimento da lista de checagem a arquiteta listou: os projetos executivos, os memoriais descritivos e os detalhamentos de projeto.

No espaço para comentários e sugestões, a arquiteta escreveu que para ela é mais importante que o fornecedor seja confiável, que ela saiba referências sobre ele e que ele cumpra os prazos conforme o previsto. Ainda complementou afirmando que muitas vezes esse fornecedor não está próximo à obra, mas independentemente disso, ela contrata seus serviços.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os serviços elaborados pelos arquitetos, de maneira geral, possuem as mesmas etapas de desenvolvimento. Os projetos precisam ser elaborados e sua aprovação nos órgãos públicos, ambientais e a aceitação do cliente são questões que devem ser resolvidas independentemente do tipo de empreendimento. Porém, em um escritório de porte pequeno, essas atividades são desempenhadas por poucos profissionais, que têm por responsabilidade resolver diversas questões ao mesmo tempo. Nos escritórios analisados, as profissionais afirmaram assumir a responsabilidade pela elaboração de todas as fases de projeto, assim como fazer e intermediar a comunicação entre outros profissionais, entre eles os responsáveis pelos projetos complementares, os fornecedores e o construtor da obra.

De uma maneira geral percebeu-se nos escritórios analisados um esforço cotidiano para se manterem no mercado. O desempenho da função de arquiteto remete ao comprometimento com o atendimento às necessidades do cliente. A partir das informações coletadas nos escritórios foi verificada a intenção de impressionar os clientes com apresentações gráficas e especificações de materiais com alto grau de apelo estético, porém sem a utilização de tecnologias inovadoras. As arquitetas apontaram as exigências quanto à estética, atrelada à limitação financeira, como o principal motivo pelo qual seus serviços são contratados. Essas profissionais afirmam que seus clientes confiam em suas atribuições para projetar o belo e o acessível.

Segundo afirmação de Bragaglia et al. (2006), a arquitetura não deve ser compreendida como uma questão meramente pessoal, mas como resultado de um perfeito entendimento entre escritório e cliente, gerando assim a melhor resposta às suas necessidades, de forma a garantir uma obra de qualidade e estética original. Porém, o mesmo autor também afirma que o objetivo principal do projeto de arquitetura é a execução da obra idealizada pelo arquiteto.

Para Viollet-le-Duc, arquiteto do século XIX, o desenho se trata de uma ferramenta para representar uma lógica de construção; em seu *Dictionnaire raisonné*

*de l'architecture: Du XI au XVI siècle*³² ele apresenta uma diversidade de registros sobre arquitetura, sempre associando o desenho da construção a uma descrição detalhada do método construtivo (VILLELA et al., 2008). Para Villela et al. (2008), o desenho de Viollet-le-Duc é o desenho da construção, aquele que compreende a técnica, e não o desenho como representação de uma arquitetura imaginada.

Nos escritórios onde foram realizados os estudos de caso dessa pesquisa foi apontada a falta de preocupação com a obra, isto é, com a execução do que foi projetado. As respondentes chegaram a admitir que algumas situações poderiam ter sido definidas em projetos, evitando assim situações constrangedoras na fase de execução.

É preciso admitir que faz parte da função do arquiteto elaborar projetos que possam ser lidos e compreendidos por aqueles que o transformarão em realidade construída.

Alguns procedimentos podem ser incorporados ao dia-a-dia dos escritórios de arquitetura para facilitar o desenvolvimento de suas atividades, inclusive para garantir que alguns aspectos tenham sido considerados nos projetos. A intenção da elaboração da lista de checagem foi incentivar os arquitetos que trabalhavam em pequenos escritórios de arquitetura a melhorar as considerações de projetos, tornando-os mais adequados aos canteiros de obra.

Essa lista de checagem não representa tudo o que pode ser feito para a melhoria da construtibilidade nas obras de construção civil, mas sua aplicação no escritório de projeto pode ser considerada o começo de uma mudança para a melhoria da execução das atividades na obra.

O objetivo com essa lista de checagem é fazer com que os escritórios possam identificar se as características, que foram apresentadas no formato de perguntas, podem ser incluídas no processo de elaboração de projetos de seus empreendimentos. Essa adequação não vem a ser um complemento ao projeto de arquitetura, mas sim uma consideração de que o projeto é um instrumento para a fase da construção, ou seja, as informações necessárias para a obra devem fazer parte do projeto.

³² VIOLLET-LE-DUC. Dictionnaire raisonne de l'architecture: du XI au XVI siècle, 1856.

SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Seria interessante verificar na prática a aplicação dos fatores de construtibilidade nas atividades de projeto. Os seis fatores, definidos como mais importantes na avaliação dos juízes, poderiam ser inseridos nas atividades de projeto de pequenos escritórios de arquitetura. Desta forma, o profissional poderia relatar se essa nova maneira de projetar traz benefícios às atividades de execução e se essa abordagem satisfaz às expectativas dos clientes e dele próprio, profissionalmente.

Outra forma de obter resultados sobre a aplicação de características que beneficiam a construtibilidade em pequenos escritórios de arquitetura seria aplicar um questionário, considerando um número reduzido de fatores, para uma amostra maior de escritórios. O questionário pode ser elaborado utilizando somente os fatores que tiveram maior concordância entre os juízes. A amostra de escritórios pode ser aumentada, considerando, por exemplo, os arquitetos registrados em algum órgão de arquitetura e que correspondam às características determinadas para a pesquisa. Esse questionário vai apresentar um resultado com validade estatística, com relação à aplicação dos fatores questionados em determinados momentos do projeto do empreendimento.

REFERÊNCIAS

*AASHTO SUBCOMMITTEE ON CONSTRUCTION. **Constructability review best practices guide**. Washington: AASHTO, 2000.

*ABRAHÃO, A. C.; GENOVA, A. P.; LEITE, C. A.; NEDEFF, C. C.; SKORA, D. C.; LIMA, E. P.; TOSA, K. A. Algumas percepções de adolescentes usuários de drogas. In: VI SEMINÁRIO DE PESQUISA, 6, 2002, Curitiba: UTP – Pesquisa e promoção humana, 2002.

*ABRAMOVICZ, T.; ORNSTEIN, S. W. A gestão da qualidade no projeto; sob a ótica da habitação. In: IV WORKSHOP BRASILEIRO DE GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 4., 2004, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: UFRJ, 2004. Disponível em: <http://www.infohab.org.br/>. Acesso em: 09/06/2009.

*ADESSE, E.; MELHADO, S. B. A coordenação de projetos externa em empresas construtoras e incorporadoras de pequeno e médio portes. In: III WORKSHOP BRASILEIRO DE GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 3., 2003, Belo Horizonte, MG. **Anais...** Belo Horizonte: UFMG, 2003. Disponível em: <http://www.infohab.org.br/>. Acesso em: 10/06/2009.

*ALBUQUERQUE NETO, E. T.; MELHADO, S. B. A certificação de sistemas da qualidade pelas normas ISO 9000 e a sua aplicabilidade em escritórios de projetos no setor da construção civil no Brasil. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO TECNOLOGIA E GESTÃO NA PRODUÇÃO DE EDIFÍCIOS: SOLUÇÕES PARA O TERCEIRO MILÊNIO. São Paulo, 1998. **Anais...**, São Paulo: PCC-USP, 1998. Disponível em: <http://www.infohab.org.br/>. Acesso em: 09/06/2009.

*ALEXANDRE, N. M. C.; COLUCI, M. Z. O. Validade de conteúdo nos processos de construção e adaptação de instrumentos de medidas. **Revista Ciência & Saúde Coletiva: para a sociedade**, Rio de Janeiro, v.14, n.6, dezembro 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/>. Acesso em: 05/12/2009.

*ALVES, I.; ESTEVES, C. **O teste palográfico na avaliação da personalidade**. 1.Ed. São Paulo: Vetor, 2004.

*AMORIM, S. R. S. A validação de projetos e a revisão de construtibilidade: uma possível complementaridade. In: IV WORKSHOP BRASILEIRO DE GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 4., 2004, Rio de

Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: UFRJ, 2004. Disponível em: <http://www.infohab.org.br/>. Acesso em: 04/05/2009.

*ANDERY, P.; ARANTES, E.; VIEIRA, M. P. Experiências em torno à implementação de sistemas de gestão da qualidade em empresas de projeto. In: IV WORKSHOP BRASILEIRO DE GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO, 4., 2004, Rio de Janeiro, **Anais...** Rio de Janeiro: UFRJ, 2004. Disponível em: <http://www.demc.ufmg.br/gestao/>. Acesso em: 11/06/2009.

*ANDERSON, S. D.; FISCHER, D. J.; RAHMAN, S. P. Integrating constructability into project development: a process approach. **Journal of Construction Engineering and Management**, v.126, n.2, Março/ Abril 2000. ASCE (2000a). Disponível em: <http://cedb.asce.org/>. Acesso em: 03/06/2009.

*ARAÚJO, L. O. C.; SOUZA, U. E. L. A construtibilidade do projeto de detalhamento das armaduras subsidiando a melhoria da produtividade da mão-de-obra. In: CONGRESSO NACIONAL DA CONSTRUÇÃO, 2., 2004, Porto: Secção de Construções Cíveis e FEUP Edições, 2004. Disponível em: <http://www.infohab.org.br/>. Acesso em: 05/05/2009.

ARDITI, D. A.; ELHASSAN, A.; TOKLU, Y. C. Constructability analysis in the design firm. **Journal of Construction Engineering and Management**, v.128, n.2, Março/ Abril 2002. ASCE (2002). Disponível em: <http://cedb.asce.org/>. Acesso em: 12/06/2009.

*ARECO, E.; NOVAES, C. C. A Lei 8666/93 e a construtibilidade no processo de projeto. In: WORKSHOP BRASILEIRO DE GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO, 5., 2005, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2005. Disponível em : <http://www.infohab.org.br/>. Acesso em: 05/05/2009.

*ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO (ABRAMAT). São Paulo. Disponível em: <http://www.abramat.org.br/>. Acesso em: 12/06/2009.

*ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13532: Elaboração de projetos de edificações – Arquitetura**. Rio de Janeiro, 1995.

*ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 9000/2000 – Sistema de Gestão da Qualidade: Fundamentos e Vocabulário**. Rio de Janeiro, 2004.

*ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA (ASBEA). São Paulo. Endereço eletrônico: <http://www.Asbea.org.br/> Acessado em: 16/05/2009

*BALLARD G.; HOWELL G. Competing Construction Management Paradigms. **Lean Construction Journal**, Outubro 2004. Disponível em: <http://www.leanconstruction.org/>. Acesso em: 18/08/2009.

*BALLARD, G.; KIM, Y. W. Implementing lean on capital projects. In: 15th IGLC Conference, 15., 2007, Michigan. Disponível em: <http://www.leanforumbygg.se/>. Acesso em: 18/08/2009.

*BAPTISTA, S. G.; CUNHA, M. B. Estudo de usuários: visão global dos métodos de coleta de dados. **Perspectivas em Ciência da Informação**, v.12, n.2, p. 168-184, 2007. Disponível em: <http://repositorio.bce.unb.br/handle/10482/905>. Acesso em: 02/12/2009.

*BARAI, S. V.; NAIR, R. S. Neuro-fuzzy models for constructability analysis. **Journal of Information Technology in Construction**, Março 2004. EDITOR: B.-C. Björk. Disponível em: <http://www.itcon.org/2004/4>. Acesso em: 23/07/2009.

*BARROS, M. M. B.; SABATINI, F. H. Diretrizes para o processo de projeto para a implantação de tecnologias construtivas racionalizadas na produção de edifícios. São Paulo: Escola Politécnica/USP, 2003. (BT/PCC/172).

*BERTEZINI, A. L. **Métodos de avaliação do processo de projeto de arquitetura na construção de edifícios sob a ótica da gestão da qualidade**. 193f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Departamento de Engenharia de Construção Civil, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2006. Disponível em: <http://www.infohab.org.br/>. Acesso em: 08/08/2009.

*BEST, R.; DE VALENCE, G. **Design and construction: building in value**. Woburn: Butterworth-Heinemann, 2002. Disponível em: <http://books.google.com/>. Acesso em: 11/05/2009.

*BOYCE, W. J. Constructability. In: KIMMONS, Robert L.; LOWEREE, James H. **Project Management: a reference of professionals**. Nova York: Marcel Dekker, INC., 1989. p. 357/364. Disponível em: <http://books.google.com.br/>. Acesso em: 14/05/2009.

*BRAGAGLIA, U. J.; JUNGLES, A. E.; JACOSKI, C. A. Coord-arq - sistema para Gerenciamento e coordenação de projetos em escritórios de arquitetura. In: WORKSHOP DE DESEMPENHO DE SISTEMAS CONSTRUTIVOS, 2006,

Chapecó. Workshop de Desempenho de Sistemas Construtivos. Chapecó: UNOCHAPECÓ, 2006.

*BRANDÃO, D. Q.; HEINECK, L. F. M. Classificação das formas de aplicação da flexibilidade arquitetônica planejada em projetos de edifícios residenciais. In: VII ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO QUALIDADE NO PROCESSO CONSTRUTIVO, 7., 1998, Florianópolis; ANTAC NÚCLEO DE PESQUISA EM CONSTRUÇÃO, 1998, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 1998. Disponível em: <http://www.infohab.org.br/>. Acesso em: 13/07/2009.

*BRETAS, E.; ANDERY, P. R. P. Coordenação de projetos de edificações em instituições públicas: um modelo simplificado para projetos de reformas. In: I SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO PROJETO, 1., 2009, São Carlos; IX WORKSHOP DE GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 9., 2009, São Carlos. **Anais...** São Carlos: USP São Carlos, 2009. Disponível em: <http://www.arquitetura.eesc.usp.br/>. Acesso: 02/12/2009.

*BRUEL, Á. A. . **Proposta de um roteiro para desenvolvimento do plano do empreendimento de forma integrada em empresas de construção civil.** Dissertação (Mestrado em Construção Civil) - Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2003. Disponível em: <http://www.ppgcc.ufpr.br/>. Acesso em: 06/05/2009.

CAMBIAGHI, H.; AMÁ, R. **Manual de escopo de projetos e serviços de arquitetura e urbanismo.** 2.ed., São Paulo: Asbea, 2000.

*CAMPOS, M. H. A. C. **A construtibilidade em projetos de edifícios para o ensino superior público em Portugal.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade do Minho, Braga, Portugal, 2002. Disponível em: <http://repositorium.sdum.uminho.pt/>. Acesso em: 17/04/2009.

*CAMPOS, M. H. A. C.; TEIXEIRA, J. M. C. Análise de um modelo para a gestão da construtibilidade em projetos de edifícios para escolas do ensino superior em Portugal. In: CONGRESSO NACIONAL DA CONSTRUÇÃO, 3., 2007, Coimbra, Portugal: Universidade de Coimbra, 2007.

*CASTELLS, E.; HEINECK, L. F. M. A aplicação dos conceitos de qualidade de projeto no processo de concepção arquitetônica: uma revisão crítica. In: I WORKSHOP NACIONAL DE GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 1., 2001, São Carlos; **Anais...** São Carlos: USP São Carlos, 2001. Disponível em: <http://scholar.google.com.br/>. Acesso em: 02/06/2009.

*CHAN, A. P. C.; FAN, L. C. N.; YU, A. T. W. Construction process reengineering: a case study. **Journal Logistics Information Management**, v. 12, n.6, p. 467-476, 1999. Endereço eletrônico: <http://www.emerald-library.com>. Acesso em: 13/05/2009.

CONSTRUCTION INDUSTRY INSTITUTE (CII). **Constructability: A Primer**, Austin: University of Texas. Construction Industry Institute. Constructability Task Force, 1986.

*CONSTRUCTION INDUSTRY INSTITUTE (CII). **Constructability Concept File**, Austin: University of Texas. Construction Industry Institute. 1987.

*CONSTRUCTION INDUSTRY INSTITUTE AUSTRALIA (CIIA). **Constructability Principles File**. 1.ed. Adelaide, SA: CII, 1993.

*CONSTRUCTION INDUSTRY RESEARCH AND INFORMATION ASSOCIATION (CIRIA). **Buildability: An Assessment**. Special Publication 26: CIRIA, 1983.

CONSTRUCTION MANAGEMENT COMMITTEE (CMC). Constructability and constructability programs: white paper. **Journal of Construction Engineering and Management**, v.117, n.1., Março 1991. ASCE (1991). Disponível em: <http://cedb.asce.org/>. Acesso em: 15/06/2009.

*CORRÊA, C. V. **A aplicação da engenharia simultânea na dinâmica de elaboração e implantação de projetos para produção de alvenaria de vedação na construção civil**. 258f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006. Disponível em: <http://www.dep.ufmg.br/>. Acesso em: 04/09/2009.

*CORRÊA, C. V.; ANDERY, P. R. P. Dificuldades para a implementação de projetos para a produção de alvenaria: um estudo de caso. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, v. 1, n.1, p. 104-125, 2006.

*CORRÊA NETO, A. **Gerenciamento em empreendimentos habitacionais da indústria da construção civil**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Setor de Engenharia Civil, Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, 2000.

*CROWTHER, P. **Design for Buildability and the Deconstruction Consequences**. In: CIB Task Group 39 - Deconstruction, Annual Meeting, 2002, Karlsruhe, Germany. Disponível em: <http://qut.edu.au/>. Acesso em: 04/09/2009.

*DUARTE, T. M. P.; SALGADO, M. S. O projeto executivo de arquitetura como ferramenta para o controle da qualidade na obra. In: IX ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 9., 2002, Foz de Iguaçu. ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 9., 2002, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: ANTAC/UNIOESTE/ UEL/ UEM/ UFPR, 2002. Disponível em: <http://www.infohab.org.br/>. Acesso em: 05/09/2009.

DUNSTON, P. S.; GAMBATESE, J. A.; MCMANUS, J. F. Assessing state transportation agency constructability implementation. **Journal of Construction Engineering and Management**, v.131, n.5, Maio 2005. ASCE (2005a). Disponível em: <http://cedb.asce.org/>. Acesso em: 13/06/2009.

*EVBUMWAN, N. F. O.; ANUMBA, C. J. An integrated framework for concurrent life-cycle design and construction. **Advances in Engineering Software**, Vol. 29 n.7-9, 11 Agosto 1998. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/>. Acesso em: 13/05/2009.

*FABRICIO, M. M. **Projeto Simultâneo na Construção de Edifícios**. 350f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

*FABRICIO, M. M.; BAÍA, J. L.; MELHADO, S. B. Estudo da Seqüência de Etapas do Projeto na Construção de Edifícios: Cenário e Perspectivas. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 1998, Niterói; ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 1998, Niterói. **Anais...** Niterói: UFF/ABEPRO, 1998. Disponível em: <http://publicacoes.abepro.org.br/>. Acesso: 03/04/2009.

*FABRICIO, M. M.; BAÍA, J. L.; MELHADO, S. B. Estudo do fluxo de projetos: cooperação seqüencial x colaboração simultânea. In: I SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO DA QUALIDADE E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO, 1., 1999, Recife, 1999, **Anais...** Recife: ANTAC/UFPE, 1999. Disponível em: <http://www.pcc.usp.br/>. Acesso: 03/04/2009.

*FABRICIO, M. M.; MELHADO, S. B. Desafios para integração do processo de projeto na construção de edifícios. In: WORKSHOP NACIONAL GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 2001, São Carlos. **Anais...** São Carlos: USP São Carlos, 2001. Disponível em: <http://silviobm.pcc.usp.br/>. Acesso em: 11/04/2009.

*FERNANDES, June Marques. **A formalização de procedimentos e seu papel na integração da atividade projetual**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de

Minas Gerais, Belo Horizonte, 2005. Disponível em: <http://www.dep.ufmg.br/>. Acesso em: 12/06/2009.

*FERGUSON, I. Buildability in Practice. **Mitchell Publishing**, London. 1989. Disponível em: <http://books.google.com/>. Acesso em: 11/04/2009.

FISCHER, D. J.; ANDERSON, S. D.; RAHMAN, S. P. Integrating constructability tools into constructability review process. **Journal of Construction Engineering and Management**, v.126, n.2, Março/ Abril 2000. ASCE (2000b). Disponível em: <http://cedb.asce.org/>. Acesso em: 26/05/2009.

*FRANCO, L. S. **Aplicação de diretrizes de racionalização construtiva para a evolução tecnológica dos processos construtivos em alvenaria estrutural não armada**. Tese (Doutorado) – Departamento de Engenharia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1992.

*FRANCO, L. S.; AGOPYAN, V. **Implantação da racionalização construtiva na fase de projeto**. São Paulo: USP, 1993. (BT/PCC/94).

FRANCO, L. S. Racionalização construtiva, inovação tecnológica e pesquisas. In: Abiko, A K; Albieri, L (), Coord. Mutirão Habitacional: Curso de Formação em Mutirão. São Paulo : EPUSP, 1996. p.165-76. Disponível em: <http://pcc2515.pcc.usp.br/>. Acesso em: 11/04/2009.

*FRANCO, L. S. Capítulo Racionalização Construtiva. In: ASSOCIAÇÃO DAS CONSTRUTORAS DO VALE DO PARAIBA. **Partilha do Conhecimento: A Construção Civil na prática**. São José dos Campos: ACONVAP, 2004. p. 58-64.

*GAMBATESE, J. A.; POCOCK, J. B.; DUNSTON, P. S. **Constructability concepts and practice**. Reston, Va.: American Society of Civil Engineers (ASCE), 2007.

*GANAH, A. A.; BOUCLAGHEM, N. B.; ANUMBA, C. J. Viscon: computer visualisation support for constructability. **Journal of Information Technology in Construction**, Abril 2005. EDITOR: AouadG, Lee A and Wu S. Disponível em: <http://www.itcon.org/2004/4>. Acesso em: 22/06/2009.

*GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 1991.

*GLAVINICH, T. E. Improving constructability during design phase. **Journal of Architectural Engineering**, v.1, n.2, Junho 1995. Disponível em: <http://pubs.asce.org/journals/architectural/default.htm>. Acesso em: 16/04/2009.

*GÓMEZ, Luis Alberto. **Proposta de uma Ferramenta Inteligente para Gerenciamento da Informação em Grandes Projetos de Engenharia**. 158f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000. Disponível em: <http://aspro02.npd.ufsc.br/>. Acesso em: 14/04/2009.

*GRILO, L. M.; MELHADO, S. B. As mudanças no cenário competitivo e os novos desafios para o setor de projetos. In: IX ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 9., 2002, Foz de Iguaçu; **Anais...** Foz do Iguaçu: ANTAC/UNIOESTE/ UEL/ UEM/ UFPR, 2002. Disponível em: <http://www.infohab.org.br/>. Acesso em: 06/08/2009.

*GRILO, L. M.; PEÑA, M. D.; SANTOS, L. A.; FILIPPI, G.; MELHADO, S. B. Implementação da gestão da qualidade em empresas de projeto. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v.3, n.1, Janeiro/Março 2003. Disponível em: <http://www.seer.ufrgs.br/index.php/ambienteconstruido>. Acesso em: 13/04/2009.

*GRIFFITH, A. The influence of task dependence upon the method and sequence of construction operations. In: CONGRESS OF THE INTERNATIONAL COUNCIL FOR BUILDING RESEARCH (CIB 86), 1986, Gaithersburg. **Anais...**, Gaithersburg: Center for Building Technology, National Bureau of Standards, 1986.

*GRIFFITH, A. An Investigation into Factors Influencing Buildability and Levels of Productivity for Application to Selecting Alternative Design Solutions - A Preliminary Report. **The Chartered Institute of Building**, London. 1987.

*GRIFFITH, A.; SIDWELL, A. C. Development of constructability concepts, principles and practices. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v.4, n.4, 1997. Disponível em: <http://www.emeraldinsight.com/Insight/>. Acesso em: 05/08/2009.

*HUGO, F.; O'CONNOR, J. T.; WARD, W. V. **Highway Construct Ability Guide**. 24f. Research Project (Center for Transportation Research) - University of Texas, Austin, 1990. Disponível em: <http://library.ctr.utexas.edu/>. Acesso em: 03/05/2009.

*INSTITUTION OF PROFESSIONAL ENGINEERS NEW ZEALAND INCORPORATED (IPENZ). Practice Notes. **Constructability April 2008**: Disponível em: <http://www.ipenz.org.nz/>. Acesso em: 06/05/2009.

JERGEAS, G.; VAN DER PUT, J. Benefits of constructability on construction projects. **Journal of Construction Engineering and Management**, v.127, n.4, Julho

Agosto 2001. ASCE (2001). Disponível em: <http://cedb.asce.org/>. Acesso em: 11/06/2009.

*JIN, X. H.; LING, F. Y. Y. Key relationship-based determinants of project performance in China. **Building and Environment**, v.41, n.7, Julho 2006. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/>. Acesso em: 06/04/2009.

*JOBIM, M. S. S. Programas de gestão da qualidade em escritórios de projeto: situação no estado do Rio Grande do Sul. In: I WORKSHOP NACIONAL DE GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 1., 2001, São Carlos. **Anais...** São Carlos: USP São Carlos, 2001. Disponível em: <http://www.eesc.usp.br/sap/workshop/workshop-projeto.html>. Acesso em: 05/05/2009.

*JURAN, J. M. **A qualidade desde o projeto** : novos passos para o planejamento da qualidade em produtos e serviços. 3. ed., São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 1997.

*KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction**. 87f. Academic Work (Center for Integrated Facility Engineering - CIFE Technical Report - n. 72) - Stanford, Stanford University, Stanford, 1992. Disponível em: <http://cife.stanford.edu/Publications/index.html>. Acesso em: 03/04/2009.

*KOSKELA, L. **An exploration towards a production theory and its application to construction**. 1ed. Espoo 2000: VTT Publications, 2000. Disponível em: <http://www.vtt.fi/publications/>. Acesso em: 05/04/2009.

*KOSKELA, L.; BALLARD, G.; TANHUNPÄÄ, V. Towards Lean Design Management. In. CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 5., 1997, Gold Coast. **Proceedings**. Gold Coast: 1997. Disponível em: <http://www.leanconstruction.org/readings.htm>. Acesso em: 03/04/2009.

KUMARASWAMY, M. M., The chicken, the egg and the missing link. In: YANG, J.; CHANG, W. P. **Building Education and Research**. Londres: E & FN Spon, 1998. Disponível em: <http://books.google.com/>. Acesso em: 23/05/2009.

*LAM, P. T. I.; WONG, F. W. H.; CHAN, A. P. C. Contributions of designers to improving buildability and constructability. **Design Studies**, v. 27, n.4, Julho 2006. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/>. Acesso em: 02/05/2009.

*LANA, M. P. C. V.; ANDERY, P. R. P. Integração projeto-produção: um novo paradigma cultural. In: I WORKSHOP NACIONAL DE GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO DA PRODUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 1., 2001, São Carlos. **Anais do I WORKSHOP NACIONAL DE GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO DA PRODUÇÃO DE EDIFÍCIOS**. São Carlos: USP São Carlos, 2001. Disponível em: <http://www.eesc.usp.br/sap/workshop/workshop-projeto.html>. Acesso em: 07/05/2009.

*LIMMER, C. V. **Planejamento, orçamentação e controle de projetos e obras**. 1. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1997.

*LOW, S. P.; ABEYEGOONASEKERA, B. Integrating buildability in ISO 9000 quality management systems: case study of a condominium project. **Building and Environment**, v.6, n.3, Abril 2001. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science>. Acesso em: 07/05/2009.

LOW, S. P.; LIU, J.; LIM, J. Implications of thermal and building integrity performance on buildability of a worker dormitories project. **Structural Survey**, v. 26, n.2, 2008. Disponível em: <http://www.emeraldinsight.com/>. Acesso em: 07/05/2009.

*MARTÍNEZ, P.; GONZÁLEZ, V.; DA FONSECA, E. Integración conceptual Green-Lean en el diseño, planificación y construcción de proyectos. **Revista Ingeniería de Construcción**, v. 24, n.1, Abril 2009. Disponível em: <http://www.scielo.cl/>. Acesso em: 04/06/2009.

*MBAMALI, I.; AIYETAN, O. A.; KEHINDE, J. O. Building design for buildability: an investigation of the current practice in Nigeria. **Building and Environment**, v.40, n.9, Setembro 2005. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science>. Acesso em: 10/06/2009.

*McGEORGE, D.; CHEN, S. E.; OSWALD, M. J. **Construction Management: new directions**, 2.ed. Oxford: Blackwell Publishing Company, 2002.

*MELHADO, S. B. **Qualidade do projeto na construção de edifícios: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção**. 294f. Tese. Tese (Doutorado em Engenharia) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Urbana, Universidade de São Paulo, 1994. Disponível em: <http://www.pcc.usp.br/silviobm/>. Acesso em: 04/04/2009.

*MELHADO, S. B. O processo de projeto no contexto da busca de competitividade. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE GESTÃO E TECNOLOGIA NA PRODUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 1997, São Paulo. **GESTÃO E TECNOLOGIA NA PRODUÇÃO DE**

EDIFÍCIOS, 1997, São Paulo. Disponível em: <http://www.infohab.org.br/>. Acesso em: 03/04/2009.

*MELHADO, S. B. Metodologia de projeto voltada à qualidade na construção de edifícios. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO: QUALIDADE NO PROCESSO CONSTRUTIVO, 7., 1998, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC/ANTAC, 1998. Disponível em: <http://www.infohab.org.br/>. Acesso em: 03/04/2009.

*MELHADO, S. B. O plano da qualidade dos empreendimentos e a engenharia simultânea na construção de edifícios. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 1999, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: UFRJ/ABEPRO, 1999. Disponível em: <http://www.pcc.usp.br/silviobm/>. Acesso em: 04/04/2009.

*MELHADO, S. B. **Gestão, cooperação e integração para um novo modelo voltado à qualidade do processo de projeto na construção de edifícios**. 235p. Tese (Livre-Docência) - Departamento de Engenharia de Construção Civil. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001. Disponível em: <http://www.pcc.usp.br/silviobm/>. Acesso em: 04/04/2009.

*MELHADO, S. B. Coordenação e multidisciplinaridade do processo de projeto: discussão da postura do arquiteto. In: II WORKSHOP NACIONAL DE GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 2., 2002, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, 2002. Disponível em: <http://www.pcc.usp.br/silviobm/>. Acesso em: 12/04/2009.

*MELHADO, S. B.; AGOPYAN, V. **O conceito de projetos na construção de edifícios: diretrizes para sua elaboração e controle**. São Paulo: USP, 1995. (BT/PCC/139).

*MELHADO, S. B.; VIOLANI, M. A. F. **Qualidade na construção civil e o projeto de edifícios**. São Paulo: USP, 1992. (Relatório Técnico EPUSP/LIX CUNHA n.20067).

*MENEZES, L. C. M. **Gestão de Projetos**. 2.ed. São Paulo: Editora Atlas, 2008.

*MOTSA, N.; OLADAPO, A. A.; OTMAN, A. A. E. The benefits of using constructability during the design process. In: 5TH POST GRADUATE CONFERENCE ON CONSTRUCTION INDUSTRY DEVELOPMENT, 5., 2008, Bloemfontein, Africa do Sul. **Anais...** Bloemfontein: CIDB/University of the Free State. Disponível em: <http://www.cib2007.com/>. Acesso em: 06/05/2009.

*NIELSEN, J.; HANSEN, E. J. P.; AAGAARD, N. J. Buildability as tool for optimisation of building defects. In: CIB JOINT INTERNATIONAL SYMPOSIUM, 2009, Dubrovnik, Croácia; CONSTRUCTION FACING WORLDWIDE CHALLENGES. **Anais...** Dubrovnik, Croácia. Endereço eletrônico: <http://cib2009.grad.hr/>. Acesso: 10/05/2009.

*NIMA, M. A.; ABDUL-KADIR, M. R.; JAAFAR, M. S. Evaluation of the engineer's personnel's role in enhancing the project constructability. **Facilities**, v.17, n.11. 1999. Disponível em: <http://www.emeraldinsight.com/>. Acesso em: 13/04/2009.

*NIMA, M. A.; ABDUL-KADIR, M. R.; JAAFAR, M. S. Evaluation of the role of the contractor's personnel in enhancing the project constructability. **Structural Survey**, v.19, n.4. 2001. Disponível em: <http://www.emeraldinsight.com/>. Acesso em: 13/04/2009.

*NIMA, M. A.; ABDUL-KADIR, M. R.; JAAFAR, M. S.; ALGHULAMI, R. G. Constructability Concepts in West Port Highway in Malaysia. **Journal of Construction Engineering and Management**, v.128, n.4, Julho/Agosto 2002. Disponível em: <http://www.pubs.asce.org/>. Acesso em: 13/06/2009.

*NOVAES, C. C. Qualidade na habitação: o papel da coordenação de projetos. In: VI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 6., 1995, Rio de Janeiro; ENTAC 95 - QUALIDADE E TECNOLOGIA NA HABITAÇÃO, 1995, Rio de Janeiro; ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO (ANTAC). **Anais...** Rio de Janeiro: UFRJ, 1995.

*NOVAES, C.C. **Diretrizes para garantia da qualidade do projeto na produção de edifícios habitacionais**. 280f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Departamento de Engenharia de Construção Civil, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

*NOVAES, C. C. A modernização do setor da construção de edifícios e a melhoria da qualidade do projeto. In: VII ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 7., 1998, Florianópolis; ANTAC NÚCLEO DE PESQUISA EM CONSTRUÇÃO, 1998, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 1998. Disponível em: <http://www.infohab.org.br/>. Acesso em: 13/07/2009.

*NOVAES, C. C. Ações para controle e garantia da qualidade de projetos na construção de edifícios. In: WORKSHOP NACIONAL GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 2001, São Carlos. **Anais...** São Carlos: USP São Carlos, 2001a. Disponível em: <http://www.eesc.usp.br/sap/workshop/workshop-projeto.html>. Acesso em: 10/03/2009.

*NOVAES, C. C. Processo de projeto de edificações: estruturação de informações e indicadores para elaboração e controle da qualidade. In: II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO DA QUALIDADE E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2., 2001b, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: ANTAC/Unifor/UFC, 2001.

*NOVAES, C. C. Adequação do processo de projeto de edificações aos novos paradigmas econômico-produtivos. In: II WORKSHOP NACIONAL GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 2., 2002, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: PUC-RS, 2002. Disponível em: <http://www.infohab.org.br/>. Acesso em: 01/05/2009.

*O'CONNOR, J. T.; DAVIS, V. S. Constructability during field operations. **Journal of Construction Engineering and Management**, v.114, n.4, Novembro/ Dezembro 1988.

O'CONNOR, J. T.; RUSCH, S. E.; SCHULZ, M. J. Constructability concepts for engineering and procurement. **Journal of Construction Engineering and Management**, v.113, n.2, Junho 1987.

O' CONNOR, J. T.; RUSCH, S. E.; SCHULZ, M. J. Constructability concepts for engineering and procurement. **Journal of Construction Engineering and Management**, v.113, n.12, Junho 1987. ASCE (1987a). Disponível em: <http://cedb.asce.org/>. Acesso em 15/06/2009.

*O' CONNOR, J. T.; TUCKER, R. L. (1986). Industrial Project Constructability Improvement. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 112, n.1, Março 1986. ASCE (1986). Disponível em: <http://cedb.asce.org/>. Acesso em: 12/06/2009.

*OLIVEIRA, R. R. Sistematização e listagem de fatores que afetam a construtibilidade. In: 5th INTERNATIONAL SEMINAR ON STRUCTURAL MASONRY FOR DEVELOPING COUNTRIES, 5., 1994, Florianópolis.

OLIVEIRA, O. J.; FABRICIO, M. M.; MELHADO, S. B. Improvement of the design process in the building construction. In: CIB WORLD BUILDING CONGRESS, Toronto, 2004.

*OLIVEIRA, R.; GRAFFUNDER, P. A. A qualidade atual dos projetos de edifícios residenciais, sob a ótica dos agentes da obra – estudo de caso. In: IV WBGPPCE WORKSHOP BRASILEIRO DE GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 4., 2004, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: UFRJ, 2004. Disponível em: <http://www.infohab.org.br/>. Acesso em: 05/09/2009.

*OLIVEIRA, O.; MELHADO, S. B. Proposta de um modelo de gestão para pequenas empresas de projeto de edifícios. **Gestão & tecnologia de projetos**, v.3, n.2, 2008.

*OYEDELE, L. O.; THAM, K. W. Clients' assessment of architects' performance in building delivery process: Evidence from Nigeria. **Building and Environment**, v.42, n.5, Maio 2007. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/>. Acesso em: 13/04/2009.

*PASQUALI, L. **Teoria e métodos de medida em ciências do comportamento**. Brasília: INEP, 1996.

*PEPPER, H. C. The benefits of constructability reviews during the design of environmental capital projects. **Cost Engineering**, v.36, n.2, 1994.

*PERALTA, A. C. **Um modelo do processo de projeto de edificações, baseado na engenharia simultânea, em empresas construtoras incorporadoras de pequeno porte**. 143f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Departamento de Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis, 2002.

*PEREIRA, A. C. W. **Diretrizes para implantação de sistemas construtivos abertos na habitação de interesse social através da modulação**. 139f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Departamento de Construção Civil, UFPR, Curitiba, 2005.

*PHENG, L. S.; YING, L. J.; LOCK, W. H. Relationship between buildability, indoor air quality and visual performance. **Structural Survey**, v.26, n.1, 2008. Disponível em: <http://www.emeraldinsight.com/>. Acesso em: 03/04/2009.

*PICCHI, F. A. **Sistema de qualidade: uso em empresas de construção de edifícios**. 462f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.

*PICCHI, F. A.; AGOPYAN, V. **Sistema da qualidade na construção de edifícios**. São Paulo: USP, 1993. (BT/PCC/104).

*POCOCK, J. B.; KUENNEN, S.T.; GAMBATESE, J. Constructability State of Practice Report. **Journal of Construction Engineering and Management**, v.132, n.4, Abril 2006. Disponível em: <http://cedb.asce.org/>. Acesso em: 23/04/2009.

*PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, INC (PMI). **Um Guia do Conjunto de Conhecimentos em Gerenciamento de Projetos (PMBOK)**. 3. ed. Newton Square: PMI Publications, 2004.

PULASKI, M. H.; HORMAN, M. J. Organizing Constructability Knowledge for Design. **Journal of Construction Engineering and Management**, v.131, n.8, Agosto 2005. ASCE (2005b). Disponível em: <http://cedb.asce.org/>. Acesso em: 11/06/2009.

PULASKI, M., HORMAN, M., RILEY, D. Synergies between constructability and sustainability at the Pentagon. In: CONSTRUCTION RESEARCH CONGRESS - WIND OF CHANGE: INTEGRATION AND INNOVATION, 2003, Honolulu, HA; Conference **Proceeding Paper**, Honolulu, HA: ASCE (2003). Disponível em: <http://cedb.asce.org/>. Acesso em: 20/05/2009.

PULASKI, M., HORMAN, M., RILEY, D. Constructability Practices to Manage Sustainable Building Knowledge. **Journal of Architectural Engineering**, v.12, n.2, Junho 2006. ASCE (2006). Disponível em: <http://cedb.asce.org/>. Acesso em: 11/06/2009.

*REZENDE, P.; ANDERY, P. Uma experiência de integração projeto - obra no caso de “obras de arte especiais” utilizando princípios de projeto simultâneo. In: VII WORKSHOP BRASILEIRO DE GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 7., 2007, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR, 2007. Disponível em: <http://www.cesec.ufpr.br/workshop2007/>. Acesso em: 10/06/2009.

*REZENDE, P.; ANDERY, P. Um estudo exploratório sobre a percepção dos projetistas quanto ao ambiente de projetos. In: VIII WORKSHOP BRASILEIRO DE GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETOS NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 8., 2008, São Paulo; **Anais...** São Paulo: USP, 2008. Disponível em: <http://www.arquitetura.eesc.usp.br/workshop08/>. Acesso em: 13/06/2009.

*RIBEIRO, S. G.; **Metodologia para validação de projetos baseada na análise de construtibilidade**. 167f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Departamento de Construção Civil, UFF, Niterói, RJ. 2005.

*RIBEIRO, S. G.; AMORIM, S. R. L. Proposta de metodologia para validação de projetos baseada na análise de construtibilidade. In: WORKSHOP BRASILEIRO DE GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO, 5., 2005, Florianópolis, **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2005. Disponível em: <http://www.ecv.ufsc.br/secdepto/workshop/index.html>. Acesso em: 20/05/2009.

*RODRIGUES, M. B. **Diretrizes para a integração dos requisitos de construtibilidade ao processo de desenvolvimento de produto de obras repetitivas**. 184f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Departamento de Engenharia de Produção, UFRGS, Porto Alegre, 2005.

*RODRÍGUEZ, M. A. A. **Coordenação Técnica de projetos: caracterização e subsídios para sua aplicação na gestão do processo de projeto de edificações.** 186f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Departamento de Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis. 2005.

*RODRÍGUEZ, M. A. A.; HEINECK, L. F. M. A construtibilidade no processo de projeto de edificações. In: III SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, São Carlos, SP. 2003. Disponível em: <http://www.deciv.ufscar.br/sibragec/apresentacao/index.htm>. Acesso em: 11/05/2009.

*ROMANO, F. V.; BACK, N.; OLIVEIRA, R. A importância da modelagem do processo de projeto para o desenvolvimento integrado de edificações. In: WORKSHOP NACIONAL GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 2001, São Carlos. Disponível em <<http://infohab.org.br>>. Acesso em: 05/07/2009.

*SAFFARO, F. A.; SANTOS, D. G.; HEINECK, L. F. Uma proposta para a Classificação de decisões voltadas a melhoria da construtibilidade. In: XXIV ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 24., 2004, Florianópolis. Disponível em: <http://www.infohab.org.br/>. Acesso em: 12/06/2009.

*SAGHATFOROUSH, E.; HASSIM, S.; JAAFAR, M. S.; KADIR, M. R. A. Assessment of Critical Constructability Activities Among Malaysian Building Contractors. **American Journal of Scientific Research**, n.3, 2009. Disponível em: <http://www.eurojournals.com/ajsr.htm>. Acesso em: 05/05/2009.

*SÁNCHEZ, A.; ANDERY, P. R. P. Uma observação da relação entre o desenvolvimento do projeto e sua fase de implementação. In: VIII WORKSHOP BRASILEIRO DE GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 8., 2008, São Paulo. **Anais...** São Paulo: USP São Paulo e USP São Carlos, 2008.

*SANTOS, D. G. Universidade Federal de Santa Catarina Centro Tecnológico. **Análise construtiva dos tipos de lajes utilizadas nos sistemas estruturais das edificações de Florianópolis.** 111f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Departamento de Construção Civil, UFSC, Florianópolis, 2000.

*SANTOS, D. G.; AMARAL, T. G. Construtibilidade dos projetos de alvenaria estrutural. In: WORKSHOP NACIONAL: GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 2001, São Carlos. **Anais...** São Carlos: USP São Carlos, 2001.

*SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS (SEBRAE). Disponível em: <http://www.sebrae.com.br>. Acessado em: 07/05/2009.

*SHEN, Y. J.; WALKER D. H. T. Integrating OHS, EMS and QM with constructability principles when construction planning - a design and construct project case study. **The TQM Magazine**, v.13, n.4, 2001. Disponível em: <http://www.emeraldinsight.com/>. Acesso em: 07/06/2009.

*SILVA, C. E. S.; GUIMARÃES, S. M. A importância da construtibilidade na gestão de projetos de construção civil. In: XIII SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 13., Bauru, 2006; **Anais...** Bauru: Unesp, 2006. Disponível em: <http://www.simpep.feb.unesp.br/anais.php>. Acesso em: 12/05/2009.

*SILVEIRA, J. C.; SALES, A. L. F.; MOURÃO, Y. R. Problemas encontrados em obras devido às falhas no processo de projeto: visão do engenheiro de obra. In: WORKSHOP NACIONAL GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 2., 2002, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: UFRGS, 2002. Disponível em: <http://www.infohab.org.br/>. Acesso em: 11/06/2009.

*SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 1997.

*SONG, Y.; CHUA, D. K. H. Modeling of Functional Construction Requirements for Constructability Analysis. **Journal of Construction Engineering and Management**, v.132, n.12, Dezembro 2006. Disponível em: <http://cedb.asce.org/>. Acesso em: 10/06/2009.

*TATUM, C. B. Improving constructibility during conceptual planning. **Journal of Construction Engineering and Management**, v.113, n.2, Junho 1987. ASCE (1987b). Disponível em: <http://cedb.asce.org/>. Acesso em: 02/06/2009.

*TATUM, C. B., VANEGAS, J. A.; WILLIAMS, J. M. **Constructability Improvement during Conceptual Planning** (Best Practice). 1ed. USA: Construction Industry Institute, 1986.

*TRANSPORTATION RESEARCH BOARD (TRB). Technical Activities Division, v. 2004. National Academy of Sciences. Disponível em: <http://www.trb.org/>. Acesso em: 12/12/2009

TRIGUNARSYAH, B. Constructability practices among construction contractors in indonesia. **Journal of Construction Engineering and Management**, v.130, n.5,

Setembro/Outubro 2004. ASCE (2004). Disponível em: <http://eprints.qut.edu.au/7388/>. Acesso em: 12/06/2009.

*TZORTZOPOULUS, P. **Contribuições para o desenvolvimento de um modelo do processo de projeto de edificações em empresas construtoras e incorporadoras de pequeno porte**. 150f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Departamento de Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre, 1999.

*ULRICH, H., SACOMANO, J. B. O processo de projeto na busca da qualidade e produtividade. In: I SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO DA QUALIDADE E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO, 1., 1999, Recife; **Anais...** Recife: GEQUACIL/DPE/ DEC/POLI/ UPE, 1999. Disponível em: <http://www.infohab.org.br/>. Acesso em: 23/04/2009.

VILLELA, C. M.; LINO, S. F.; GUIMARÃES, H. S.; BRITO, J. G. A. A. Imagens do Ambiente Construído – de Alberti ao Mundo Virtual. In: XIV CONVENCION CIENTÍFICA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, 14, 2008, Havana, Cuba. Disponível em: <http://www.em.ufop.br/>. Acesso em: 02/12/2009.

WOMACK J. P., JONES D. T. e ROOS D. **A máquina que mudou o mundo**. Rio de Janeiro: Campus, 2004.

WONG, F. W. H.; LAM, P. T. I.; CHAN, E. H. W.; SHEN, L. Y. A study of measures to improve Constructability. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v.24, n.6, 2005. Disponível em: <http://www.emeraldinsight.com/>. Acesso em: 04/05/2009.

WONG, F. W. H.; LAM, P. T. I.; CHAN, E. H. W.; WONG, F. K. W. Factors affecting buildability of building designs. **Canadian Journal of Civil Engineering**, v.33, n.7, 2006. Disponível em: <http://direct.bl.uk/bld/PlaceOrder.do? UIN=198046885 &ETOC=RN&from=searchengine>. Acesso em: 13/06/2009.

WRIGHT, E. D. **Constructability Guide**. Obrien-Kreitzberg Assoc. INC. 1994.

YANG, Y. Q.; LOW, S. P.; WANG, S. Q.; GOH, B. H. A knowledge classification scheme for constructable designs. In: CIB W78'S 20TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON CONSTRUCTION IT, 20., 2003, Waiheke Island, New Zealand; **Proceedings** do CIB W78'S 20TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON CONSTRUCTION IT, Waiheke Island, 2003. Disponível em: <http://itc.scix.net/>. Acesso em: 13/06/2009.

*YING, L. J.; PHENG, L. S. Enhancing buildability in China's construction industry using Singapore's buildable design appraisal system. **Journal of Technology Management in China**, v.2, n.3, 2007. Disponível em: <http://www.emeraldinsight.com/>. Acesso em: 21/05/2009.

*ZANFELICE, J. C. A qualidade do projeto e o gerenciamento de configuração. In: VI Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 6., 1995, Rio de Janeiro. Disponível em: <http://www.infohab.org.br/>. Acesso em: 14/05/2009.

*ZANFELICE, J. C. Estudos de construtibilidade e a qualidade da construção. In: CONGRESSO TÉCNICO-CIENTÍFICO DE ENGENHARIA CIVIL, 1996, Florianópolis; **Anais...** Florianópolis: UFSC, 1996. Disponível em: <http://www.infohab.org.br/>. Acesso em: 13/06/2009.

*ZHANG, J.; EL-DIRABY, T. E. Constructability analysis of the bridge superstructure rotation construction method in China, v.132, n.4, Abril 2006. **Journal of Construction Engineering and Management**. Disponível em: <http://cedb.asce.org/>. Acesso em: 23/05/2009.

*ZIN, R. M. **Design phase constructability assessment model**. 289f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade de Tecnologia da Malásia, Skudai, Johor, 2004.

*ZIN, R. M.; AHMADON, B.; HASSAN, S. H. Design Phase Constructability Concepts for Highway Construction. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON CONSTRUCTION INDUSTRY, 2006, Padang, Indonesia. Disponível em: <http://www.fab.utm.my/Publication.html>. Acesso em: 13/06/2009.

*ZULIAN, C. S. **A Construtibilidade e a Precisão dos Custos dos Serviços Iniciais Proporcionados pelo Detalhamento do Projeto Arquitetônico em Relação aos Perfis do Terreno**. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Departamento de Construção Civil, UFPR, Curitiba, 2003.

*ZULIAN, C. S.; KRÜGER, J. A. O detalhamento dos perfis do terreno no projeto arquitetônico como fator de construtibilidade e de precisão na previsão de custos dos serviços iniciais da construção. In: I CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL X ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 1., 2004, São Paulo; X ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 10., 2004, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ENTAC, 2004.

APÊNDICES

[illegible]

[illegible]

APÊNDICE II – QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DOS FATORES DE CONSTRUTIBILIDADE PELOS JUÍZES

Há duas definições principais sobre construtibilidade.

A primeira vem da Inglaterra, onde o termo que define construtibilidade é conhecido como *buildability* e significa: “a extensão pela qual o projeto de uma edificação facilita as atividades de construção levando em conta os requisitos globais da edificação construída” (CIRIA, 1983).

A segunda definição vem dos Estados Unidos, onde a construtibilidade é conhecida como *constructability* e quer dizer: “o uso otimizado do conhecimento das técnicas construtivas e da experiência nas áreas de planejamento, projeto, contratação e da operação em campo para se atingir os objetivos globais do empreendimento” (CII, 1986).

Outras publicações internacionais contribuíram com considerações acerca do tema; algumas delas são de: Griffith, 1987; Ferguson, 1989; O'Connor et al., 1987; Tatum, 1987; Adams, 1989; McGeorge et al., 1992; SEAB, 1993; BCA, 2005; Low and Abeyegoonasekera, 2001; Hugo et al., 1990; ASCE, 1991; Boyce, 1991; Kerridge, 1993; Pepper, 1994; Russell et al., 1994; Anderson et al., 2000; Glavinich, 1995; CII Australia, 1996; Geile, 1996; Nima et al., 1999; Yu and Skibniewski, 1999; Arditi et al., 2002 entre outros.

*Obrigatório

NOME DO RESPONDENTE *

FORMAÇÃO ACADÊMICA *

PROFISSÃO *

FATORES QUE INFLUENCIAM A CONSTRUTIBILIDADE

NA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA FOI IDENTIFICADO UM GRANDE NÚMERO DE FATORES QUE AFETAM A CONSTRUTIBILIDADE EM UM EMPREENDIMENTO. OPTOU-SE POR REDUZIR ESSE NÚMERO A FIM DE IDENTIFICAR AQUELES FATORES QUE MAIS PODEM TER INFLUÊNCIA NAS FASES DE PROJETO. PRETENDE-SE COM ESTA PESQUISA IDENTIFICAR OS 12 FATORES DE CONSTRUTIBILIDADE MAIS IMPORTANTES. O OBJETIVO DO TRABALHO É CRUZAR OS 12 FATORES DA CONSTRUTIBILIDADE, EM UMA MATRIZ, COM AS FASES DE PROJETO CITADAS PELA ASBEA (CONCEPÇÃO DO PRODUTO, DEFINIÇÃO DO PRODUTO, IDENTIFICAÇÃO E SOLUÇÃO DE INTERFACES, PROJETO DE DETALHAMENTO DE ESPECIALIDADES, PÓS-ENTREGA DO PROJETO E PÓS-ENTREGA DA OBRA), ANALISANDO ASSIM, O GRAU DE IMPORTÂNCIA DE CADA FATOR EM CADA FASE DO PROJETO.

COMO RESPONDER AS QUESTÕES?

PARA RESPONDER AS QUESTÕES É PRECISO CLICAR EM UMA DAS OPÇÕES DE RESPOSTA QUE ESTÃO ABAIXO DE CADA FATOR DE CONSTRUTIBILIDADE. É NECESSÁRIO ESCOLHER UMA DAS RESPOSTAS EM TODAS AS QUESTÕES. LEMBRANDO QUE AO FINAL DO QUESTIONÁRIO DEVEM PERMANECER APENAS 12 FATORES ASSINALADOS COMO MAIS IMPORTANTES. CASO QUEIRA, OU VEJA NECESSIDADE, ACRESCENTE UM COMENTÁRIO ABAIXO DE CADA FATOR.

MUITO OBRIGADA POR SUA COLABORAÇÃO! ELA ESTÁ SENDO ESSENCIAL PARA CONTINUIDADE DESSA PESQUISA.

1-OBJETIVOS CORPORATIVOS * Referem-se aos objetivos da corporação, isto é, aos objetivos da empresa com relação ao empreendimento. Quando a equipe designada ao empreendimento possui o entendimento dos objetivos do cliente e dos objetivos do empreendimento há benefícios relacionados com a construtibilidade (CIIA apud Mc George, et al, 2002).



INCLUIR ENTRE OS 12 MAIS IMPORTANTES



FATOR MENOS IMPORTANTE COMPARADO COM OS DEMAIS

2-RECURSOS DISPONÍVEIS * São os recursos que o escritório tem disponíveis para desenvolvimento das atividades necessárias ao empreendimento. Esses recursos são: tempo, financeiros, pessoal e tecnologia. Para benefício da construtibilidade as soluções tecnológicas de projeto devem ser compatíveis com as habilidades da equipe e com os recursos disponíveis (CIIA apud Mc George, et al, 2002). O projeto deve incluir a avaliação realista do nível de competências dos contratantes e especialistas disponíveis para o empreendimento (Adams, 1989 apud Best, Valence, 2002); deve-se ter conhecimento dos recursos e prazos necessários para o empreendimento antes de iniciar os procedimentos de contratações e aquisições (CIRIA, 1983 apud Zin, 2004).



INCLUIR ENTRE OS 12 MAIS IMPORTANTES



FATOR MENOS IMPORTANTE COMPARADO COM OS DEMAIS

3-FATORES EXTERNOS * São aqueles que mesmo não sendo inteiramente controlados pela empresa, estão parcialmente sob sua área de influência e caracterizam o ambiente competitivo que ela enfrenta diretamente, por exemplo: greve. Esses fatores são aqueles que podem afetar o custo e/ou o programa do empreendimento (CIIA apud Mc George, et al, 2002).



INCLUIR ENTRE OS 12 MAIS IMPORTANTES



FATOR MENOS IMPORTANTE COMPARADO COM OS DEMAIS

4-PROGRAMA * O programa inclui organização e estratégia do empreendimento; cronogramas, orçamentos; procedimentos operacionais; planos de contratações e subcontratações; planos de aquisições; planos de construção e identificação de possíveis restrições que impeçam a finalização do empreendimento. O programa para o projeto como um todo deve ser realista, adaptado à construção da obra e deve contar com o comprometimento de toda a equipe do projeto (CIIA, 1992 apud Mc George, et al, 2002). Este programa deve ser discutido e documentado no plano de execução do empreendimento com a participação da equipe do mesmo (Nima et al, 2002).



INCLUIR ENTRE OS 12 MAIS IMPORTANTES



FATOR MENOS IMPORTANTE COMPARADO COM OS DEMAIS

5-METODOLOGIA DE CONSTRUÇÃO * Trata-se da metodologia construtiva do projeto. Na concepção do projeto deve-se considerar a metodologia de construção (CIIA, 1992 apud Mc George, et al, 2002). A concepção da obra deve resultar num projeto que valorize a eficiência construtiva (CII, 1993 apud Campos, 2002). O aumento da construtibilidade se dá quando bons e inovadores métodos construtivos são utilizados. O uso das novas tecnologias aumenta a eficiência da construção e a produtividade na execução das atividades (Nima et al., 2002). Para executar as operações de campo de maneira mais fácil e eficiente, os métodos construtivos devem ser discutidos e analisados o mais cedo possível (Nima et al, 2002). É necessário considerar os problemas de ajuste na interface entre diferentes produtos, métodos de construções e materiais, sendo esses analisados e autorizados pela junção de métodos adequados na fase de concepção (CIRIA, 1983 apud Zin, 2004).



INCLUIR ENTRE OS 12 MAIS IMPORTANTES



FATOR MENOS IMPORTANTE COMPARADO COM OS DEMAIS

6-HABILIDADES DA EQUIPE * A experiência, a habilidade e a composição da equipe do empreendimento devem ser apropriadas para o mesmo (CIIA, 1992 apud Mc George, et al, 2002). Os recursos do empreendimento devem incluir a assistência de consultores especializados (CIRIA, 1983 apud Zin, 2004).



INCLUIR ENTRE OS 12 MAIS IMPORTANTES



FATOR MENOS IMPORTANTE COMPARADO COM OS DEMAIS

7-CONHECIMENTO DE CONSTRUÇÃO * O planejamento do projeto deve envolver ativamente o conhecimento e a experiência na construção (CIIA, 1992 apud Mc George, et al, 2002). Indivíduos com conhecimento e experiência em construção deveriam realizar o planejamento inicial do projeto de modo que a interferência entre o projeto e a construção seja evitada (Nima et al, 2002).



INCLUIR ENTRE OS 12 MAIS IMPORTANTES



FATOR MENOS IMPORTANTE COMPARADO COM OS DEMAIS

8-SUSTENTABILIDADE * Está relacionada com a escolha dos materiais e componentes a serem utilizados (Ribeiro, 2005). É preciso considerar a reutilização de materiais, a reciclagem, fazendo uso de materiais renováveis, que demandem, quando possível, a redução da extração de recursos naturais, além de fazer o uso eficiente dos recursos naturais.



INCLUIR ENTRE OS 12 MAIS IMPORTANTES



FATOR MENOS IMPORTANTE COMPARADO COM OS DEMAIS

9-PARTICIPAÇÃO DO CONSTRUTOR NO PROJETO * Trata-se do envolvimento ativo do conhecimento e da experiência da construção no desenvolvimento do empreendimento. É preciso envolver o responsável pela construção na participação do projeto.



INCLUIR ENTRE OS 12 MAIS IMPORTANTES



FATOR MENOS IMPORTANTE COMPARADO COM OS DEMAIS

10-EQUIPE DA CONSTRUTIBILIDADE * Os participantes da equipe da construtibilidade devem ser identificados nas fases iniciais (CII, 1993 apud Campos, 2002); esses devem ser identificados na fase contratual, determinando o momento de atuação destes participantes, e o critério de escolha deve contemplar suas habilidades e competências em relação à equipe, à comunicação e à capacidade de avaliar as interfaces entre projeto e construção, além de serem receptivos às novas ideias. A equipe do empreendimento, que inclui representantes do proprietário, do engenheiro e do empreiteiro, deverá ser formulada e mantida levando as questões de construtibilidade em consideração desde o início até o término do projeto (Nima et al, 2002).



INCLUIR ENTRE OS 12 MAIS IMPORTANTES



FATOR MENOS IMPORTANTE COMPARADO COM OS DEMAIS

11-ESTÉTICA * Está relacionada à satisfação do cliente e do usuário com relação a estética do empreendimento.



INCLUIR ENTRE OS 12 MAIS IMPORTANTES



FATOR MENOS IMPORTANTE COMPARADO COM OS DEMAIS

12-ADEQUAÇÃO AO USO * Está relacionada à conformação adequada do empreendimento às necessidades de utilização do cliente e/ou usuários relacionados ao empreendimento.



INCLUIR ENTRE OS 12 MAIS IMPORTANTES



FATOR MENOS IMPORTANTE COMPARADO COM OS DEMAIS

13-USO DA TI (TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO) DURANTE O EMPREENDIMENTO * Deve-se considerar o uso da tecnologia da informação (TI) como maneira de beneficiar a construtibilidade; sua utilização pode auxiliar a superar o problema da fragmentação em funções especializadas, reforçando assim a construtibilidade (Nima et al, 2002).



INCLUIR ENTRE OS 12 MAIS IMPORTANTES



FATOR MENOS IMPORTANTE COMPARADO COM OS DEMAIS

14-PROJETOS SIMPLIFICADOS * Simplificar os projetos pensando em diminuir efeitos desnecessários na construção, mesmo que para isso seja necessário um esforço que demande tempo adicional. É necessário simplificar a configuração do projeto, mantendo-a contínua e simples (Boyce, 1994 apud Zin, 2004). Simplificar pela redução do número de partes e passos (Griffith, 1986 apud Oliveira, 1994). O projeto deve possibilitar a eficiência na construção. A troca de informações entre projetistas e construtores deve ocorrer antes de se iniciar o projeto. Os projetistas devem considerar a simplicidade do projeto, para que esse possa ser executado mais facilmente. Logo, projetos que requerem habilidades específicas devem ser evitados. É preciso atentar para a economia e a eficiência na construção (Wong et al., 2005).



INCLUIR ENTRE OS 12 MAIS IMPORTANTES



FATOR MENOS IMPORTANTE COMPARADO COM OS DEMAIS

15-PADRONIZAÇÃO * A padronização consiste no uso de elementos que regularmente estão disponíveis para o uso e fornecimento no mercado. Seu objetivo é trazer benefícios ao cronograma e aos custos. É necessário desenvolver uma política de padronização (ASCE, 1986); deve-se padronizar elementos do projeto e processos construtivos (Griffith, 1986 apud Oliveira, 1994). Para os projetos dos elementos construtivos, deve-se priorizar a repetição e a padronização, de modo a reduzir o tempo de aprendizagem, a duração da construção, os custos e o risco de erro (Adams, 1989 apud Best, Valence, 2002). A concepção e montagem dos elementos repetitivos de construção devem ser semelhantes, de modo a reduzir o tempo de aprendizagem e a velocidade de execução; utilizar produtos e materiais de simples sequenciamento e montagem (CIRIA, 1983 apud Zin, 2004).



INCLUIR ENTRE OS 12 MAIS IMPORTANTES



FATOR MENOS IMPORTANTE COMPARADO COM OS DEMAIS

16-PRÉ-FABRICADOS * A pré-fabricação é o processo cujo elemento é produzido fora do canteiro, sendo transportado e montado na obra. A opção pelo projeto com elementos pré-fabricados deve considerar a facilidade de fabricação, transporte e instalação (CII, 1993 apud Campos, 2002). Para o projeto de montagem devem-se reconhecer os limites de tolerância que normalmente são alcançáveis em condições locais (Adams, 1989 apud Best, Valence, 2002). É preciso planejar a sequência de montagem e operações de acabamento de forma a auxiliar na coordenação dos negócios, para minimizar atrasos e reduzir o número de retornos dos montadores ao canteiro (CIRIA, 1983 apud Zin, 2004).



INCLUIR ENTRE OS 12 MAIS IMPORTANTES



FATOR MENOS IMPORTANTE COMPARADO COM OS DEMAIS

17-PRÉ-MOLDADOS * O projeto de pré-montagem é o processo cujo elemento pode ser executado ou não na obra (pré-moldado/ pré-fabricado). Levar em consideração a utilização do pré-moldado em elementos do projeto (Nima et al., 2002).



INCLUIR ENTRE OS 12 MAIS IMPORTANTES



FATOR MENOS IMPORTANTE COMPARADO COM OS DEMAIS

18-MODULARIZAÇÃO * O projeto modularizado é o processo pelo qual os cursos são divididos em elementos separados, isto é, módulos, que são autossuficientes. A opção pelo projeto modularizado deve considerar a facilidade de fabricação, transporte e instalação (Nima et al., 2002).



INCLUIR ENTRE OS 12 MAIS IMPORTANTES



FATOR MENOS IMPORTANTE COMPARADO COM OS DEMAIS

19-INOVAÇÕES CONSTRUTIVAS * Os projetos utilizando sistemas construtivos inovadores são pensados em função da redução do tempo da obra, mesmo que para isso seja necessário aumentar o tempo da elaboração de projetos. A utilização de técnicas inovadoras durante a construção reforçará a construtibilidade (CIIA, 1992 apud Mc George, et al, 2002). Integrar a inovação em novos métodos e ferramentas manuais, para reduzir a intensidade de trabalho aumenta a mobilidade, a segurança, a acessibilidade e reforça a construtibilidade na fase de construção (Nima et al., 2002).



INCLUIR ENTRE OS 12 MAIS IMPORTANTES



FATOR MENOS IMPORTANTE COMPARADO COM OS DEMAIS

20-ÓTIMAS TÉCNICAS E PROCESSOS CONSTRUTIVOS * Nas fases iniciais do projeto deve-se analisar a opção pelos melhores processos construtivos (CII, 1993 apud Campos, 2002); principalmente pela possibilidade de haver modificações na fase de construção, ocasionando maior impacto nos custos, no prazo e na produtividade. Utilizar materiais adequados ao empreendimento (Adams, 1989 apud Best, Valence, 2002). Introduzir métodos inovadores na utilização dos equipamentos ou na modificação dos equipamentos disponíveis a fim de aumentar a produtividade (Nima et al., 2002).



INCLUIR ENTRE OS 12 MAIS IMPORTANTES



FATOR MENOS IMPORTANTE COMPARADO COM OS DEMAIS

21-PROJETO ADAPTADO À CONSTRUÇÃO * Fazer a programação da execução do projeto atendendo o tempo necessário para a execução dos processos construtivos a serem utilizados. Fazer o projeto pensado e representado para a construção. Informações sobre o projeto devem ser planejadas e coordenadas para se adequar ao processo de construção e para facilitar a comunicação e compreensão no local da obra (CIRIA, 1983 apud Zin, 2004).



INCLUIR ENTRE OS 12 MAIS IMPORTANTES



FATOR MENOS IMPORTANTE COMPARADO COM OS DEMAIS

22-COMUNICAÇÃO EFETIVA DA ENGENHARIA * Aumentar os requisitos de comunicação entre a engenharia e a construção (Oliveira, 1994) podendo reduzir a probabilidade de atrasos e problemas com material. É necessário garantir a disponibilidade de informações nos projetos, o que pode requerer tempo adicional, mas, diminui a interdependência das informações, a probabilidade de problemas em projetos complementares, e com atrasos associados. É

preciso garantir o entendimento das informações disponíveis (Lam et al., 2006). A utilização de tecnologias recentes e adequadas para a elaboração do projeto é muito importante. As informações sobre o projeto devem ser planejadas e coordenadas para se adequarem ao processo de construção e para facilitarem a comunicação e compreensão no canteiro (Adams, 1989 apud Best, Valence, 2002).



INCLUIR ENTRE OS 12 MAIS IMPORTANTES



FATOR MENOS IMPORTANTE COMPARADO COM OS DEMAIS

23-ESPECIFICAÇÕES * Garantir a disponibilidade de informações nos projetos, mesmo que seja necessário tempo adicional, a fim de reduzir a interdependência das informações, a probabilidade de problemas em projetos complementares e atrasos associados. A construtibilidade do projeto é reforçada quando para a eficiência da construção são consideradas especificações sobre o desenvolvimento do projeto (CIIA, 1992 apud Mc George, et al, 2002). Os projetistas devem produzir detalhes simples, compatíveis com os requisitos gerais para a construção a fim de alcançar a eficiência e sem defeitos (Adams, 1989 apud Best, Valence, 2002; Nima et al., 2002; Boyce, 1994 apud Zin, 2004). A elaboração das especificações deve considerar a eficiência na construção: as especificações devem ser feitas com a participação de profissionais com experiência e conhecimentos de construção e realizadas como um projeto à parte. A especificação técnica de projeto deve ser simplificada e configurada para atingir a construção eficiente sem sacrificar o nível ou a eficiência do desempenho do projeto.



INCLUIR ENTRE OS 12 MAIS IMPORTANTES



FATOR MENOS IMPORTANTE COMPARADO COM OS DEMAIS

24-CONDIÇÕES CLIMÁTICAS ADVERSAS * Na concepção do projeto é preciso facilitar e aumentar a eficiência da construção em condições atmosféricas adversas (Nima et al., 2002). O projeto pode minimizar os efeitos do clima utilizando a pré-montagem fora do canteiro (Nima et al., 2002), planejando o canteiro em lugar acessível, provendo proteção à mão de obra, planejando o cronograma de entregas no canteiro e promovendo áreas protegidas para armazenamento. As condições climáticas adversas impactam nos custos e no cronograma.



INCLUIR ENTRE OS 12 MAIS IMPORTANTES



FATOR MENOS IMPORTANTE COMPARADO COM OS DEMAIS

25-TOPOGRAFIA E GEOLOGIA DO TERRENO * Trata-se de facilitar e aumentar a eficiência da construção considerando a topografia e geologia do terreno.



INCLUIR ENTRE OS 12 MAIS IMPORTANTES



FATOR MENOS IMPORTANTE COMPARADO COM OS DEMAIS

26-INTEGRAÇÃO * A construtibilidade deve ser parte integrante do plano do empreendimento (CIIA, 1992 apud Mc George, et al, 2002).



INCLUIR ENTRE OS 12 MAIS IMPORTANTES



FATOR MENOS IMPORTANTE COMPARADO COM OS DEMAIS

27-PLANEJAMENTO DA CONSTRUÇÃO * Faz parte do planejamento definir as atividades: lista das atividades, lista dos marcos (datas importantes), mudanças solicitadas (ampliação ou redução do escopo do projeto, de procedimentos, entre outros), atributos das atividades (predecessores, relacionamentos lógicos, antecipações e atrasos entre outros); sequência das atividades: fazer o diagrama de rede do cronograma e atualizar as informações já relacionadas; estimar os recursos (materiais, mão de obra e financeiros) necessários para realização das atividades; estimar a duração das atividades; prever folgas e identificar o caminho crítico; desenvolver o cronograma e salvar a *baseline* (que serve de referência às reprogramações); fazer o controle do cronograma na fase de planejamento do projeto atualizando-o quando ocorrem modificações. Manter o calendário do projeto (Boyce, 1994 apud Zin, 2004). Os cronogramas do empreendimento devem considerar as necessidades da construção, isto é, a definição dos tempos de execução do projeto deve atender

aos tempos de condução dos processos construtivos (CII, 1993 apud Campos, 2002). O cronograma geral do empreendimento para projetos complexos deve permitir a interdependência de atividades (projeto e execução). O cronograma de construção deve ser discutido e desenvolvido antes da elaboração dos cronogramas de projetos e de aquisições (Nima et al, 2002).



INCLUIR ENTRE OS 12 MAIS IMPORTANTES



FATOR MENOS IMPORTANTE COMPARADO COM OS DEMAIS

28-PLANO DE AJUSTE * Deve-se realizar o plano de ajuste do empreendimento sempre que necessário.



INCLUIR ENTRE OS 12 MAIS IMPORTANTES



FATOR MENOS IMPORTANTE COMPARADO COM OS DEMAIS

29-DISPONIBILIDADE E AQUISIÇÃO DE EQUIPAMENTOS E MATERIAIS * Fazer análises para optar pelos melhores processos construtivos. É importante optar por materiais e equipamentos padronizados e de fácil aquisição no local de utilização (Boyce, 1994 apud Zin, 2004).



INCLUIR ENTRE OS 12 MAIS IMPORTANTES



FATOR MENOS IMPORTANTE COMPARADO COM OS DEMAIS

30-GERENCIAMENTO DO EMPREENDIMENTO * Envolvimento ativo do conhecimento e da experiência da construção no desenvolvimento do empreendimento. Deve-se considerar a participação de elementos da equipe de projeto responsáveis pela construtibilidade no gerenciamento, embora esses agentes devam ser identificados nas fases iniciais do projeto. É necessário desenvolver uma política de gestão do empreendimento (ASCE, 1986).



INCLUIR ENTRE OS 12 MAIS IMPORTANTES



FATOR MENOS IMPORTANTE COMPARADO COM OS DEMAIS

31-ESTRATÉGIAS CONTRATUAIS, SISTEMA DE ENTREGA DO EMPREENDIMENTO * Envolver o conhecimento construtivo, isto é, a participação de agentes da construção, para a definição das estratégias contratuais à serem utilizadas no empreendimento (CII,1993 apud Campos, 2002). É preciso documentar os bons contratos relacionados à qualidade e aos prazos para que sejam considerados em ocasiões futuras, evitando que os próximos contratos sejam concedidos apenas pelo menor custo (Nima et al., 2002). Os métodos de construção devem ser levados em consideração para a escolha do tipo e do número de contratos necessários para a execução do projeto (Nima et al., 2002). Alguns fatores que podem ser considerados na decisão da estratégia contratual são: política corporativa do contratante; disponibilidade de pessoal interno; tempo disponível para obter o projeto pronto e disponível; desejo do proprietário em controlar os elementos do projeto; importância do custo para o proprietário; disponibilidade de empreiteiros; situações climáticas adversas; experiência e confiança no projetista e/ou construtor. Alguns tipos de estratégias contratuais são: pela entrega da chave (*turnkey*); elaboração do projeto e execução da obra; custo do empreendimento acrescido de uma taxa fixa, por preço fechado; por preço unitário. É preciso considerar a gestão de contrato (Ribeiro, 2005).



INCLUIR ENTRE OS 12 MAIS IMPORTANTES



FATOR MENOS IMPORTANTE COMPARADO COM OS DEMAIS

32-GERENCIAMENTO DE RISCO * Fazer o gerenciamento de risco do empreendimento, apontando os responsáveis por eles é a forma de solucionar inclusive a responsabilidade financeira de quem irá controlar o risco. Uma maneira de controlar os riscos é posicionar um profissional com experiência para colaborar no plano de gestão de risco. Trata-se da investigação das condições locais e de circunstâncias suscetíveis a afetar o curso do empreendimento que deve ser completa com o intuito de evitar o risco de subseqüentes atrasos e alterações após a construção ter sido iniciada (Adams,1989 apud Best, Valence, 2002).



INCLUIR ENTRE OS 12 MAIS IMPORTANTES



FATOR MENOS IMPORTANTE COMPARADO COM OS DEMAIS

33-PACOTE DA CONSTRUÇÃO * Definir o pacote da construção; a quantia de contratos que serão elaborados, de equipes para execução dos serviços, se contratará separadamente por tipo de serviço desempenhado, entre outros (ASCE, 1991).



INCLUIR ENTRE OS 12 MAIS IMPORTANTES



FATOR MENOS IMPORTANTE COMPARADO COM OS DEMAIS

34-SEQUENCIAMENTO DAS ATIVIDADES * A sequência de trabalho na concepção e na construção deve facilitar a rápida operacionalidade dos vários sistemas infraestruturais, de forma a permitir a realização de testes e ensaios. O método de construção deve incentivar a sequência mais eficaz das operações, deve ser desenvolvido um plano para permitir que o trabalho seja realizado de maneira profissional, sem risco de danos aos elementos adjacentes acabados e com requisitos mínimos de proteção especial (CIRIA, 1983 apud Zin, 2004; Adams, 1989 apud Best, Valence, 2002; Nima et al., 2002). Definir os elementos construtivos e operações, através da divisão do trabalho em sequências praticadas na obra (Griffith, 1986 apud Oliveira, 1994). Definir a sequência executiva e a interdependência entre as atividades (Oliveira, 1994).



INCLUIR ENTRE OS 12 MAIS IMPORTANTES



FATOR MENOS IMPORTANTE COMPARADO COM OS DEMAIS

35-PLANO DE TRABALHO * Definir o plano de trabalho. Possíveis custos com pessoal especializado para elaboração de serviços devem ser considerados. Assim como deslocamento de serviços especializados para atendimento da obra (ASCE, 1991).



INCLUIR ENTRE OS 12 MAIS IMPORTANTES



FATOR MENOS IMPORTANTE COMPARADO COM OS DEMAIS

36-ACESSO AO CANTEIRO * Estudar o acesso até o canteiro de obra, analisando os meios de transporte dos materiais até o canteiro de obra. Considerar o acesso no entorno do canteiro na fase do projeto (CIRIA, 1983 apud Zin, 2004; Adams, 1989 apud Best, Valence, 2002).



INCLUIR ENTRE OS 12 MAIS IMPORTANTES



FATOR MENOS IMPORTANTE COMPARADO COM OS DEMAIS

37-LEIAUTE DO CANTEIRO * O leiaute do canteiro contribui para a eficiência na construção quando o planejamento adequado do leiaute das instalações provisórias e permanentes contribui para a eficiência (Nima et al., 2002) e a produtividade no canteiro. Considerar o que precisa ser armazenado em canteiro na fase do projeto (CIRIA, 1983 apud Zin, 2004; Adams, 1989 apud Best, Valence, 2002). O canteiro deve conter os serviços necessários para a realização da obra: água, luz, telefone, proteção contra incêndio, segurança, entre outros (Ribeiro, 2005).



INCLUIR ENTRE OS 12 MAIS IMPORTANTES



FATOR MENOS IMPORTANTE COMPARADO COM OS DEMAIS

38-LEIAUTE DAS ESTRUTURAS * Para a definição do leiaute das estruturas é preciso haver a interação de um profissional experiente para definir aspectos que facilitem não só a construção do edifício, mas também a manutenção do mesmo, além de alterações posteriores. Para aumentar a construtibilidade é necessário considerar componentes e fixações fáceis de instalar (Lam et al, 2006).



INCLUIR ENTRE OS 12 MAIS IMPORTANTES



FATOR MENOS IMPORTANTE COMPARADO COM OS DEMAIS

39-GERENCIAMENTO DA CONSTRUÇÃO * O plano de gerenciamento da construção deve descrever a organização, competências, procedimentos e o tipo e número de indivíduos que serão necessários, incluindo o apoio pessoal e instalações, para as seguintes funções: planejamento da construtibilidade; supervisão da construção; administração de contratos; compras e contratos; gestão de materiais; contabilidade; qualidade e confiabilidade; engenharia; agenda do custo; teste e *startup*. Considerar o acompanhamento, por um profissional, da sequência das atividades de construção realizadas. Deve-se incentivar as sequências de operações simples, permitindo que seja concluída de forma independente e sem interrupção (CIRIA, 1983 apud Zin, 2004) supervisionar a sequência das atividades da construção em campo possivelmente aumenta a interdependência de atividades, mas pode reduzir a probabilidade de atrasos.



INCLUIR ENTRE OS 12 MAIS IMPORTANTES



FATOR MENOS IMPORTANTE COMPARADO COM OS DEMAIS

40-GERENCIAMENTO DA QUALIDADE * Para o plano de gerenciamento da qualidade é preciso estar atento às normas para a elaboração dos projetos; fazer visitas às instalações de fabricas de fornecedores, conferir os testes, entre outros.



INCLUIR ENTRE OS 12 MAIS IMPORTANTES



FATOR MENOS IMPORTANTE COMPARADO COM OS DEMAIS

41-GERENCIAMENTO DE MATERIAIS E EQUIPAMENTOS * O aumento dos requisitos de comunicação entre a engenharia e a construção pode reduzir a probabilidade de atrasos e problemas com empreiteiros que comprem material para as suas instalações. O benefício de uma gestão adequada de materiais pode ser a redução de perda de produtividade. Outros benefícios incluem a diminuição de espaço para armazenagem, a redução de excedentes no final da obra e gasto reduzido com pessoal no controle de materiais. O leiaute do canteiro deverá permitir a máxima utilização das instalações mecânicas, em especial para a circulação de materiais (CIRIA, 1983 apud Zin, 2004; Adams, 1989 apud Best, Valence, 2002). Pode-se aumentar a construtibilidade a partir da disponibilidade e da execução das atividades relacionadas ao transporte e manuseio de materiais e componentes, assim como do gerenciamento das aquisições (Ribeiro, 2005).



INCLUIR ENTRE OS 12 MAIS IMPORTANTES



FATOR MENOS IMPORTANTE COMPARADO COM OS DEMAIS

42-SEGURANÇA NO CANTEIRO * Para a segurança da obra deve ser verificado o número e a localização dos postos de guarda, vedações necessárias, o número de pessoas que irão trabalhar em turnos diferentes, o número de guardas que serão necessários. O projeto deve ser organizado de modo a facilitar o trabalho seguro, principalmente em fundações e terraplanagem (Adams, 1989 apud Best, Valence, 2002; Lam et al, 2006).



INCLUIR ENTRE OS 12 MAIS IMPORTANTES



FATOR MENOS IMPORTANTE COMPARADO COM OS DEMAIS

43-SEGURANÇA DO TRABALHO * Para a segurança do trabalho levam-se em consideração os aspectos perigosos da operação. Quando materiais perigosos devem ser manuseados é necessário considerar os requisitos regulamentares. É preciso atentar para a segurança do trabalho, relacionado a tamanho e peso de materiais e componentes manuseados em edifícios altos (Lam et al., 2006).



INCLUIR ENTRE OS 12 MAIS IMPORTANTES



FATOR MENOS IMPORTANTE COMPARADO COM OS DEMAIS

44-FACILIDADE DE OPERAÇÕES (OPERACIONALIDADE) * É necessária uma adequada disposição espacial na área onde será implantada a construção, a fim de promover a eficiência dos processos construtivos para a execução e manutenção da obra. Utilizar equipamentos e ferramentas em campo que geralmente reduzem a duração das atividades de construção (Nima et al., 2002). Considerando a operacionalidade o planejamento da construtibilidade tem

que subordinar os interesses da construção com requisitos funcionais de acordo com os objetivos globais do empreendimento. Prever para a construção a cobertura da edificação para o mais cedo possível, para que o trabalho pode ser realizado sem qualquer entrave contra as intempéries (CIRIA, 1983 apud Zin, 2004; Adams, 1989 apud Best, Valence, 2002). Promover a adequação da área de disposição espacial e implantação da construção para promoção da eficiência dos processos construtivos quanto à operacionalidade no canteiro (CII, 1993 apud Campos 2002).



INCLUIR ENTRE OS 12 MAIS IMPORTANTES



FATOR MENOS IMPORTANTE COMPARADO COM OS DEMAIS

45-FACILIDADE DE MANUTENÇÃO (MANUTENIBILIDADE) * Fazer o projeto pensando na flexibilidade e na adaptabilidade de elementos. É necessário considerar o acesso para operações, manutenção e substituições. Promover a adequação da área de disposição espacial e implantação da construção para promoção da eficiência para manutenção (CII, 1993 apud Campos 2002).



INCLUIR ENTRE OS 12 MAIS IMPORTANTES



FATOR MENOS IMPORTANTE COMPARADO COM OS DEMAIS

46-MELHORIAS EM SERVIÇOS SUBCONTRATADOS * A escolha dos construtores deve atender à previsão da duração dos processos construtivos (CII, 1993 apud Campos, 2002). Serviços subcontratados que forneçam a identificação dos materiais, transporte e garantia. É necessário atribuir responsabilidades aos subcontratados. Considerar a disponibilidade e a qualificação dos profissionais para fazer a contratação.



INCLUIR ENTRE OS 12 MAIS IMPORTANTES



FATOR MENOS IMPORTANTE COMPARADO COM OS DEMAIS

47-FACILIDADE DE ACESSO PARA TRABALHADORES, MATERIAIS E INSTALAÇÕES DENTRO DO CANTEIRO (ACESSIBILIDADE) * Na concepção do projeto, devem ser identificadas maneiras de facilitar o acesso dos operários, do transporte e da movimentação de materiais e equipamentos na obra (Nima et al., 2002). A construtibilidade será intensificada se a acessibilidade à construção for considerada no projeto e nas fases de execução do empreendimento (CIIA, 1992 apud Mc George, et al, 2002). Promover a adequação da área de disposição espacial e implantação da construção para promoção da eficiência dos processos construtivos da construção (CII, 1993 apud Campos 2002). Promover acessibilidade para pessoas, materiais e equipamentos (Griffith, 1986 apud Oliveira, 1994). É preciso definir no leiaute do canteiro as passagens, os locais de armazenamento de materiais, de localização de equipamentos para montagens e disposição de serviços temporários.



INCLUIR ENTRE OS 12 MAIS IMPORTANTES



FATOR MENOS IMPORTANTE COMPARADO COM OS DEMAIS

48-RETROALIMENTAÇÃO (FEEDBACK) * A construtibilidade pode ser aumentada em futuros empreendimentos similares se uma análise pós-construção for realizada pela equipe do empreendimento (CIIA, 1992 apud Mc George, et al, 2002). Os bons trabalhos, executados no prazo e com qualidade, devem ser documentados para serem visualizados futuramente levando em consideração também atributos de outros empreendimentos (Nima et al., 2002). A avaliação, a documentação e os comentários sobre as questões dos conceitos de construtibilidade devem ser mantidos durante todo o projeto para ser utilizado em projetos posteriores como lições aprendidas (Nima et al., 2002).









INCLUIR ENTRE OS 12 MAIS IMPORTANTES









FATOR MENOS IMPORTANTE COMPARADO COM OS DEMAIS




APÊNDICE III – LISTA DE CHECAGEM ELABORADA COM OS FATORES MAIS IMPORTANTES DE CONSTRUTIBILIDADE (SEGUNDO AVALIAÇÃO DOS JUÍZES) PARA SER COLOCADA EM PRÁTICA NOS ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA




PADRONIZAÇÃO	SIM	PAR C	NÃO	ANOTAÇÕES	SIGNIFICADO DO FATOR DE CONSTRUTIBILIDADE
				Para parcialmente e não , o que faltou para aplicar?	Leitura
Será utilizado o mesmo processo construtivo para a execução de todas as partes da fundação da edificação?					A padronização consiste no uso de elementos que regularmente estão disponíveis para fornecimento no mercado beneficiando o cronograma e os custos do empreendimento. Uma política de padronização deve ser desenvolvida (ASCE, 1986), para elementos de projeto e processos construtivos (Griffith, 1986). Deve-se priorizar a repetição e a padronização de elementos construtivos, de modo a reduzir o tempo de aprendizagem, a duração da construção, os custos e o risco de erro (Adams, 1989 apud Best, Valence, 2002; CIRIA, 1983).
Foram projetados os mesmos elementos construtivos para a fundação?					
Os materiais e elementos da fundação podem ser facilmente encontrados e adquiridos próximos à obra?					
Pode-se afirmar que foi projetado o mesmo processo construtivo para a execução da superestrutura como um todo?					
Foram definidos em projeto os mesmos elementos construtivos para a superestrutura?					
Os materiais e elementos projetados para a superestrutura serão facilmente encontrados próximos à obra?					
Foi projetado o mesmo processo construtivo para a execução de toda a estrutura da edificação?					
Foram utilizados os mesmos elementos construtivos no projeto da estrutura?					
Os materiais e elementos para a execução da estrutura serão facilmente encontrados próximos à obra?					
O processo de execução das instalações hidráulicas será padronizado?					
Os materiais e elementos para a execução das instalações hidráulicas poderão ser facilmente encontrados próximos à obra?					
Foi prevista uma ordem de execução das instalações elétricas para evitar rasgos desnecessários na laje e na alvenaria?					
Os materiais e elementos para a execução das instalações elétricas serão facilmente encontrados próximos à obra?					
Os materiais especificados para revestimentos são os mesmos em praticamente toda a edificação?					
Os materiais de revestimento especificados no projeto serão facilmente encontrados próximo à obra?					
As esquadrias definidas para as aberturas são as mesmas na edificação toda?					
As esquadrias serão facilmente adquiridas próximo à obra?					
Os materiais definidos para os acabamentos são os mesmos em praticamente toda a edificação?					
Os materiais para acabamento serão facilmente adquiridos próximo à obra?					

	SIM	PARC	NÃO	ANOTAÇÕES	SIGNIFICADO DO FATOR DE CONSTRUTIBILIDADE
METODOLOGIA DA CONSTRUÇÃO				Para parcialmente e não , o que faltou para aplicar?	Leitura
Foi definido um método construtivo eficiente para a execução da fundação?					Trata-se da metodologia construtiva do projeto. Na concepção do projeto deve-se considerar uma metodologia de construção (CIIA, 1992 apud MC GEORGE, et al, 2002) que valorize a eficiência construtiva (CII, 1993 apud CAMPOS, 2002). O uso das novas tecnologias aumenta a eficiência da construção e a produtividade na execução das atividades (NIMA et al., 2002). Para que as operações em campo sejam executadas mais fácil e eficientemente, os métodos construtivos devem ser discutidos e analisados o mais cedo possível (NIMA et al, 2002). Os problemas de ajuste na interface entre diferentes produtos e materiais precisam ser resolvidos na fase de concepção (CIRIA, 1983).
Foram analisadas as interfaces entre fundação e a superestrutura para evitar discordância?					
O método construtivo definido para a superestrutura pode ser considerado eficiente para a sua execução?					
Foram analisadas as interfaces entre a superestrutura e a estrutura a fim de evitar discordância entre materiais e elementos?					
O método construtivo da estrutura pode ser considerado eficiente para a execução da obra?					
Foram analisadas as interfaces entre a estrutura e as instalações (hidráulicas e elétricas) para evitar discordância?					
O método de construção das instalações elétricas e hidráulicas foi escolhido pensando na forma como essas seriam executadas?					
Foram verificadas as interfaces das instalações (hidráulicas e elétricas) com os revestimentos para evitar discordância?					
A definição pelos revestimentos teve como premissa a facilidade de execução?					
O método de execução dos revestimentos é considerado eficiente?					
Foi resolvida a interface entre diferentes materiais de revestimento?					
A definição pelos acabamentos teve como premissa a facilidade de execução?					
O método de execução dos acabamentos é considerado eficiente?					
Para a definição dos acabamentos foi considerada, e se necessário solucionada, a interface entre os diferentes materiais?					
Foi projeto algum método construtivo que facilitasse a construção da obra?					
Foram projetados métodos construtivos inovadores para a execução?					
O método construtivo para a execução da edificação foi definido na fase inicial de projeto?					

PARTICIPAÇÃO DO CONSTRUTOR NO PROJETO	SIM	PARC	NÃO	ANOTAÇÕES	SIGNIFICADO DO FATOR DE CONSTRUTIBILIDADE
				Para parcialmente e não , o que faltou para aplicar?	Leitura
O construtor foi envolvido nas decisões sobre a fundação da edificação?					A participação do construtor no projeto trata do envolvimento ativo do conhecimento e da experiência em construção no desenvolvimento do projeto do empreendimento (CII, 1987). É a participação daquele que irá executar a obra nas decisões de projeto.
O responsável pela execução da fundação foi comunicado e tem conhecimento do projeto que irá executar?					
O conhecimento e a experiência do construtor foram considerados nas decisões sobre a superestrutura?					
O responsável pela execução da obra tem conhecimento do projeto da superestrutura que irá executar?					
O construtor foi consultado para auxiliar nas decisões sobre a estrutura da edificação?					
O construtor conhece o projeto de estrutura que irá executar?					
Houve a introdução do conhecimento e da experiência do construtor na elaboração das definições para as instalações hidráulicas?					
Foi apresentado e explicado ao construtor o projeto de instalações hidráulicas?					
O construtor foi envolvido, com seu conhecimento e sua experiência em construção, para auxiliar nas soluções de projeto de instalações elétricas?					
O responsável por executar as instalações elétricas tem conhecimento do projeto que irá executar?					
Houve o envolvimento do construtor em alguma decisão sobre os revestimentos que serão utilizados na edificação?					
O construtor tem conhecimento do projeto e das especificações dos revestimentos que vai executar?					
O construtor foi consultado para auxiliar na definição sobre as esquadrias definidas para a edificação?					
O construtor conhece o projeto e as especificações das esquadrias que vai executar?					
O construtor foi envolvido na definição e/ou na tomada de decisão sobre os acabamentos definidos para a edificação?					
O construtor conhece os projetos dos acabamentos que irá executar?					
O construtor tem conhecimento de todos os projetos e se certifica em executá-los conforme o que está especificado?					

PROJETOS SIMPLIFICADOS	SIM	PARC	NÃO	ANOTAÇÕES	SIGNIFICADO DO FATOR DE CONSTRUTIBILIDADE
				Para parcialmente e não , o que faltou para aplicar?	Leitura
A fundação definida para a edificação é considerada fácil de executar, necessitando de requisitos mínimos de trabalho altamente qualificado?					É necessário simplificar os projetos , pensando em diminuir efeitos desnecessários na construção, assim como suas partes e passos (GRIFFITH, 1986; BOYCE, 1989). A simplificação do projeto é uma das principais formas de aumentar a construtibilidade (OLIVEIRA, 1994), pois proporciona economia e eficiência na construção (WONG et al., 2005).
Os materiais previstos para a fundação têm dimensões e configurações comuns, o que os torna de fácil produção e aquisição?					
A superestrutura é de fácil execução, não sendo necessário utilizar, ou utilizando pouca mão de obra altamente qualificada?					
Os materiais ou elementos da superestrutura têm dimensões e configurações comuns, sendo fáceis de produzir e encontrar?					
A estrutura definida para a edificação é simples de executar, não sendo necessário, ou utilizando pouco serviço altamente qualificado?					
Os materiais ou elementos da estrutura possuem características e dimensões fáceis de produzir e de encontrar?					
O projeto das instalações hidráulicas é de simples execução, não sendo necessária a utilização de serviços profissionais altamente qualificados?					
Os materiais ou elementos necessários para executar as instalações hidráulicas têm características e dimensões fáceis de produzir e de encontrar?					
O projeto das instalações elétricas é simples, utilizando, se necessário, pouco serviço altamente qualificado para execução?					
Os materiais ou elementos para as instalações elétricas têm características e dimensões fáceis de produzir e de encontrar?					
Para a execução dos revestimentos não é necessário utilizar, ou utiliza-se pouca mão de obra altamente qualificada?					
Os materiais projetados para os revestimentos da obra possuem dimensões e configurações comuns, sendo fáceis de produzir e encontrar?					
A colocação das esquadrias é de fácil execução, não sendo necessário utilizar, ou utilizando pouca mão de obra altamente qualificada?					
As esquadrias escolhidas para as aberturas têm características comuns, sendo de fácil produção e aquisição?					
Os acabamentos são de fácil execução, não sendo necessário utilizar, ou utilizando pouca mão de obra altamente qualificada?					
Os materiais dos acabamentos têm configurações comuns, sendo fáceis de produzir e encontrar?					
Os projetos foram elaborados pensando na minimização de interdependências das atividades de construção?					
O projeto arquitetônico é considerado de formato simples, isto é, não têm ângulos, inclinações ou superfícies curvas?					
Para as decisões de projeto foi levada em consideração a minimização de componentes e elementos, optando, por exemplo, por aqueles que abrangessem mais áreas e volumes?					
Foi considerada a utilização de um só elemento que incorporasse vários componentes ou funções?					

PROJETO ADAPTADO À CONSTRUÇÃO	SIM	PARC	NÃO	ANOTAÇÕES	SIGNIFICADO DO FATOR DE CONSTRUTIBILIDADE
				Para parcialmente e não , o que faltou para aplicar?	Leitura
Foi realizada a conferência da compatibilização entre os elementos projetados para a fundação?					Elaborar o projeto adaptado à construção significa fazer o projeto pensado e representado para a construção. A definição dos tempos de execução do projeto deve atender aos tempos de condução dos processos construtivos (CII, 1987) para facilitar a comunicação e compreensão no local da obra (CIRIA, 1983 apud ZIN, 2004).
O projeto fornece todas as informações necessárias para sua execução?					
Foi verificada a compatibilização entre os elementos projetados para a superestrutura?					
A superestrutura pode ser executada de acordo com o projeto?					
A compatibilização entre os elementos que fazem parte da estrutura foi verificada?					
A estrutura pode ser executada de acordo com o projeto executivo?					
A compatibilização entre os elementos que compõem as instalações hidráulicas foi verificada?					
O projeto para a execução das instalações hidráulicas é possível de ser executado?					
Está confirmada a compatibilização entre os elementos das instalações elétricas?					
O projeto para a execução das instalações elétricas permite a sua execução com facilidade?					
A compatibilização entre os materiais e elementos para os revestimentos foi verificada?					
É possível executar os revestimentos da edificação baseando-se no projeto executivo?					
As esquadrias estão compatíveis com suas interfaces?					
Podem-se executar com facilidade as esquadrias a partir das informações de projeto?					
A compatibilização entre os materiais e elementos de acabamentos foi verificada?					
Com as informações do projeto executivo é possível executar os acabamentos?					
Foi realizada a compatibilização entre os projetos executivos de arquitetura e os complementares, facilitando a execução dos mesmos?					

CONHECIMENTO DE CONSTRUÇÃO	SIM	PARC	NÃO	ANOTAÇÕES	SIGNIFICADO DO FATOR DE CONSTRUTIBILIDADE
				Para parcialmente e não , o que faltou para aplicar?	Leitura
Foi consultado algum profissional com experiência em projeto e execução para auxiliar nas decisões da fundação da obra?					Incorporar o conhecimento de construção num projeto significa envolver ativamente o conhecimento e a experiência na construção (CIA, 1992 apud MC GEORGE, et al, 2002) durante a elaboração dos projetos. Os profissionais com esse conhecimento e experiência devem participar do planejamento inicial do projeto, para garantir que a interferência entre o projeto e a construção seja evitada (NIMA et al, 2002).
Um profissional experiente participou do planejamento para a execução da fundação?					
O conhecimento sobre execução de superestrutura foi levado em consideração para a definição da mesma no projeto?					
Um profissional experiente participou do planejamento para a execução da superestrutura?					
Foi consultado algum profissional com experiência em projeto e execução para auxiliar nas decisões da estrutura?					
Um profissional experiente participou do planejamento para a execução da estrutura?					
O conhecimento sobre projeto e execução de instalações hidráulicas foi consultado para auxiliar na elaboração do projeto?					
Um profissional experiente participou do planejamento para a execução das instalações hidráulicas?					
Foi consultado o conhecimento sobre projeto e execução de instalações elétricas para auxiliar nas decisões de projeto?					
Um profissional experiente participou do planejamento para a execução das instalações elétricas na obra?					
Foi consultado algum profissional com experiência em projeto e execução para auxiliar nas definições dos acabamentos?					
Um profissional experiente participou do planejamento para a execução dos acabamentos?					
O conhecimento em projeto e execução foi consultado para auxiliar na definição dos revestimentos?					
Um profissional experiente participou do planejamento para a execução dos revestimentos na obra?					

APÊNDICE IV – FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO DA LISTA DE CHECAGEM

Para contribuir com a melhoria desse trabalho peço que responda as questões abaixo sobre como foi o preenchimento da lista de checagem.

1. De modo geral as perguntas são:

- ☐ Fáceis de responder. Consigo identificar claramente a opção apropriada.
- ☐ Razoavelmente fáceis de responder. Requerem um pouco de reflexão para que a opção mais adequada seja identificada.
- ☐ Difíceis de responder. As perguntas são subjetivas e não consigo identificar com clareza a opção mais adequada.
- ☐ Outros. Comente _____

2. Caso o conteúdo de alguma pergunta não tenha ficado claro, aponte uma ou mais razões dentre as opções abaixo:

- ☐ Os termos utilizados não ficaram claros. Cite os termos _____
- ☐ As explicações fornecidas no dicionário de termos não auxiliaram na compreensão. Cite os termos _____

- ☐ Poderiam ter sido apresentados exemplos em cada questão para melhorar a compreensão. Cite as questões _____

- ☐ Outras. Quais? _____

3. A coluna “Significado do Fator de Construtibilidade” auxiliou na compreensão das questões?

- ☐ Sim. Ficou mais fácil entender o propósito da questão a partir do significado do fator de construtibilidade.
- ☐ Indiferente. Nem esclareceu nem atrapalhou.
- ☐ Não. A coluna “Significado do Fator de Construtibilidade” atrapalhou me deixou confuso (a) em relação ao propósito da questão.
- ☐ Outros. Justificar _____

4. As opções de justificativa sugeridas na aba “Anotações” correspondem a atitudes mais usuais?

- ☐ Sim. Elas representam todas as possibilidades de justificativa.
- ☐ Somente para algumas questões. As respostas sugeridas não representam todas as possibilidades de justificativa.
- ☐ Não. As opções de justificativa não representam as principais respostas para as perguntas.
- ☐ Outros. Justificar _____

5. Sobre o emprego da lista de checagem em seus projetos, assinale quantas opções forem necessárias.

- ☐ Ajudará nas considerações de requisitos que melhoram a construção ainda durante as fases de projeto.
- ☐ Ajudará a refletir sobre as soluções que podem ser propostas para o empreendimento durante a elaboração dos projetos.
- ☐ A adoção desta ferramenta durante as fases de projeto não faria diferença, pois não há condições de aplicar o que é proposto nas questões.
- ☐ Não faria diferença aplicar essa ferramenta, pois as soluções consideradas até então não seriam modificadas.
- ☐ As questões abordadas são superficiais, não mudariam significativamente os projetos.
- ☐ Essa ferramenta não auxiliará na definição do que pode ser acrescentado aos projetos para melhorar a execução das atividades na obra.

6. Com relação ao tempo necessário para preenchimento da lista de checagem, assinale a opção correspondente:

- ☐ Foi necessário muito tempo para preencher. Existem muitos itens para analisar.
- ☐ Não foi necessário muito tempo para preencher, no entanto a lista poderia ser mais objetiva.
- ☐ Foi necessário pouco tempo para preenchimento da lista.

7. Quanto tempo foi utilizado para o preenchimento da lista de checagem: _____

8. Em sua opinião, em que momento ou em quais fases de projeto e/ou planejamento a lista de checagem seria útil? Assinale quantas opções forem necessárias.

- ☐ Concepção do produto (levantamento de dados, programa de necessidades, estudo de viabilidade)

- () Definição do produto (estudo preliminar, anteprojeto ou pré-execução, projeto legal)
- () Identificação e solução de interfaces (projeto básico)
- () Projeto de detalhamento de especialidades (projeto para a execução)
- () Pós-entrega do projeto (apresentação do projeto, esclarecimento de dúvidas, acompanhamento básico da obra, análise de soluções alternativas, visitas a fornecedores, compatibilização de especificações entre fornecedores, orientação técnica para propostas de fornecedores, adaptação e alterações de projeto, acompanhamento técnico da obra, preparação de material gráfico para manual do proprietário, preparação do manual do proprietário)
- () Outras. Citar _____

9. Quais documentos poderiam ser consultados para auxiliar o preenchimento da lista de checagem?

- () Projetos Executivos
- () Memoriais Descritivos
- () Detalhamentos de projeto
- () Projetos de leiaute do canteiro
- () Cronograma de planejamento da obra
- () Outros documentos. Citar _____

Faça comentários e sugestões a respeito da lista: _____